



Universidade de Aveiro

12/07/2019

**Mapeamento e Melhoria de Processos no Departamento
de Investigação e Desenvolvimento da Continental Mabor**

José Pedro Faria Gomes

**Dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão Industrial,
apresentada ao Departamento de Economia, Gestão, Engenharia
Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro da Universidade de
Aveiro, sob orientação de Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes.**



**José Pedro Faria
Gomes**

**Mapeamento e Melhoria de Processos no
Departamento de Investigação e Desenvolvimento
da Continental Mabor**



**José Pedro Faria
Gomes**

**Mapeamento e Melhoria de Processos no
Departamento de Investigação e Desenvolvimento
da Continental Mabor**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Acredita que consegues e já estás a meio do caminho
Theodore Roosevelt

o júri

presidente

Professor Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira

Professor Associado da Universidade de Aveiro

vogais

Professor Doutor Pedro Sanches Amorim

Professor Auxiliar da Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia

Professor Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço ao meu orientador, o Professor Rui Borges, por todo o suporte, bem como disponibilidade e ensinamentos transmitidos.

De seguida, agradeço a toda a Continental Mabor pela oportunidade, em especial ao departamento de Investigação e Desenvolvimento, chefiado pela Engenheira Marta Malainho mas também ao meu orientador, Engenheiro Francisco Pinto, pelo estímulo, apoio e formação durante o período de estágio. Não esquecendo também todos os conselhos, disponibilidade e ensinamentos do Engenheiro Murilo Nascimento e do Engenheiro Rafael Evangelista, sem eles este trabalho não seria possível.

Queria agradecer a toda a minha família, em especial ao meu pai e à minha mãe por todos os ensinamentos, conselhos e sacrifícios, mas também à minha irmã que sempre me ajudou ao longo do meu percurso enquanto estudante e pessoa. Agradeço também aos meus amigos que me foram acompanhando ao longo desta caminhada, por todo o apoio nos bons e maus momentos. Por fim, quero agradecer a todas as pessoas que se foram cruzando comigo ao longo da minha vida e que, de certa forma, contribuíram para a conclusão desta etapa.

palavras-chave

Mapeamento de processos, BPMN, Medição de Tempos, Standardização, Lean

resumo

No mercado atual é fundamental as empresas adotarem estratégias por forma a possibilitar a melhoria dos métodos utilizados pelas mesmas. Uma das estratégias utilizadas com essa finalidade é a *standardização* de processos.

Com a crescente importância das Tecnologias da Informação no desenvolvimento das tarefas diárias nas empresas, tornou-se vital organizar o fluxo de informação de forma simples e clara, de fácil acesso e perceptível para todos os envolvidos no processo. Desta forma, mecanismos de retenção de informação, como a documentação de processos assumem um papel fundamental na organização do fluxo de informação. Com esta finalidade, BPMN foi adotado devido à sua valia como ferramenta para mapear processos.

Por outro lado, *Lean* é uma filosofia que se foca na redução de desperdícios e, com a sua aplicação pretendia-se a eliminação de atividades que não acrescentam valor, bem como redundâncias associadas aos processos.

Neste documento foram combinados os benefícios da implementação de BPMN combinado com *Lean* num departamento de Investigação e Desenvolvimento e da importância de alcançar a *standardização* e a documentação de processos bem como a disponibilização de forma simples e clara da informação necessária para o trabalho desenvolvido nesse departamento. Para além disso, foi efetuada a medição de tempos dos processos em estudo, por forma a obter a capacidade do departamento.

Deste modo, foram sendo realizadas reuniões com a equipa do departamento ao longo do projeto com o objetivo de validação da informação. No final, foram realizados questionários e desenvolvidos testes de hipóteses por forma a avaliar o trabalho desenvolvido.

keywords

Process Modeling, BPMN, Time Measurement, Standardization, Lean.

abstract

In today's market, it's essential that companies adopt strategies, in order to be able to improve the methods used by them. One of the adopted strategies for this purpose is process standardization.

With the growing influence of Information Technology in the development of daily tasks in companies, it's crucial to organize the information flow in a simple and clear way, easy to access and perceptible to all involved in the process. This way, information retention mechanisms, such as process documentation takes an important role in the organization of information flow. With this purpose, BPMN was adopted due to its value as a tool to map processes.

Meanwhile, Lean is a philosophy that focuses on waste reduction and with its application was intended to eliminate activities that doesn't add value, as well as redundancies associated with the processes.

In this document, will be studied the benefits of implementing BPMN combined with Lean in a Research and Development department, and the importance of achieving standardization and process documentation. As well as the provision of a simple and clear way the needed information for the work developed under the department. On the other hand, time measurements should be carried out to determinate the capacity of the department.

This way, meetings with department team were held throughout the project to validate the information. Finally, questionnaires were carried out and hypothesis tests were developed in order to evaluate the work developed.

ÍNDICE

1.	Introdução	1
1.1.	Definição do Problema	2
1.2.	Objetivos e Metodologias	3
1.3.	Estrutura do Documento.....	4
2.	Contextualização Teórica	7
2.1.	Definição de Processo.....	7
2.2.	Retenção do Conhecimento	9
2.3.	Documentação de Processos.....	10
2.4.	Modelação de Processos	12
2.5.	Event-driven Process Chain (EPC).....	14
2.6.	Unified Modeling Language (UML)	15
2.7.	Business Process Management (BPM)	16
2.7.1.	Business Process Model and Notation (BPMN).....	18
2.7.2.	Ciclo de Vida BPM por Dumas <i>et al.</i> (2013)	20
2.7.3.	Ciclo de Vida BPM por van der Aalst (2004).....	22
2.8.	Lean	24
3.	Apresentação da Empresa	29
3.1.	Grupo Continental	29
3.2.	Investigação e Desenvolvimento	33
3.3.	Pneus para Ligeiros.....	34
3.4.	O Pneu Radial Agrícola	37
4.	Elaboração de um <i>Guideline</i> para o Projeto de um Pneu Radial Agrícola	41
4.1.	Análise do Procedimento e Discussão.....	46
4.2.	Análise de Resultados e Discussão.....	47
5.	Documentação de Processos.....	53
5.1.	Documentação de Processos necessários para o Projeto de um Pneu Radial Agrícola.....	53
5.1.1.	Identificação do Processo.....	54
5.1.2.	Descoberta do Processo	55
5.1.3.	Análise do Processo.....	55
5.1.4.	Redesenho do Processo	56
5.1.5.	Implementação do Processo	59
5.1.6.	Monitorização e Controlo do Processo	59
5.2.	Transcrição de Ficheiros em OneNote para PowerPoint	60

5.3. Documentação de Apresentação do Departamento e Informação Necessária...	61
5.4. Análise de Resultados e Discussão	62
6. Conclusões, Limitações e Trabalho Futuro	65
Referências Bibliográficas	69
Anexos	73
Anexo A. Diagrama BPMN referente à fase 1 do fluxo de projeto de um pneu radial agrícola	74
Anexo B. Fluxo de Entrada de um novo Colaborador	75
Anexo C. Questionário de Avaliação da Satisfação dos Colaborador do Departamento de R&D relativamente à Documentação de Processos Realizada – Resposta 1	76
Anexo D. Questionário de Avaliação da Satisfação dos Colaborador do Departamento de R&D relativamente à Documentação de Processos Realizada – Resposta 2	77
Anexo E. Questionário de Avaliação da Satisfação dos Colaborador do Departamento de R&D relativamente à Documentação de Processos Realizada – Resposta 3	78
Anexo F. Tabela da probabilidades $P[Z \geq z] = \alpha$, referente à distribuição normal padrão (Filho, Lopes, Storck, & Lúcio, 2012)	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organização de um Processo (Harrington, 1993)	8
Figura 2. Hierarquia do Conhecimento (Bender & Fish, 2002).....	10
Figura 3. A documentação tem um tempo de vida limitado? (adaptado de Forward & Lethbridge, 2002)	12
Figura 4. Organização Hierárquica dos Elementos da Modelação (Giaglis, 2001).....	14
Figura 5. Exemplo de EPC para uma Maior Oferta de Produtos (Jan Mendling, 2007)....	15
Figura 6. Visão Holística BPM (adaptado de Alonso, Dadam, & Rosemann, 2007).....	17
Figura 7. <i>Standards</i> adotados por parte das organizações (adaptado de Harmon & Wolf, 2016).....	19
Figura 8. Elementos do BPMN (Chinosi & Trombetta, 2012)	20
Figura 9. Ciclo de vida BPM sugerido por Dumas <i>et al.</i> (2013).....	21
Figura 10. Ciclo de Vida BPM sugerido por van der Aalst (2004)	23
Figura 11. Subdivisões do Pensamento <i>Lean</i> (Liker, 2004).....	25
Figura 12. Presença do grupo Continental pelo mundo no ano de 2018 (<i>Continental Annual Report</i> , 2018)	30
Figura 13. Vendas e Funcionários por setor de negócio do grupo (<i>Continental Annual Report</i> , 2018)	31
Figura 14. Instalações da Continental Mabor (Neves, 2019)	32
Figura 15. Papel do R&D no desenvolvimento de um produto (adaptado de Davenport, 1993).....	34
Figura 16. Departamentos que constituem o Processo Produtivo de um Pneu	35
Figura 17. Departamentos que constituem o Processo Produtivo de um Pneu (a) Misturação, (b) Preparação, (c) Construção, (d) Vulcanização, (e) Inspeção Final.....	36
Figura 18. Especificidades da marca (a) Exemplo de Pneu Radial Agrícola da marca Continental, (b) Tecnologia "N. Flex", (c) Desenho Inovador do Talão dos pneus agrícolas da Continental	38
Figura 19. Estrutura de um Pneu Radial Agrícola e os seus Componentes.....	39
Figura 20. <i>Layout</i> utilizado para cada componente no <i>Guideline</i>	42
Figura 21. Fórmula de Cálculo para o <i>Innerliner</i> e respetiva Macro.....	44
Figura 22. Região crítica para o teste $H_0: \mu = \mu_0$ vs $H_1: \mu \neq \mu_0$ (adaptado de Morettin & Bussab, 2010)	48
Figura 23. Estrutura das Apresentações Desenvolvidas..... Erro! Marcador não definido.	
Figura 24. Visão Simplificada das Tarefas Realizadas, o seu Motivo de Origem e Resultados	57

Figura 25. Visão Geral do Processo	58
Figura 26. Fases do Fluxo de Projeto de um Pneu Radial Agrícola	60
Figura 27. Estrutura Utilizada nas Apresentações	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Vantagens da <i>standardização</i> de acordo com a Bibliografia.....	27
Tabela 2. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para o <i>Innerliner</i>	49
Tabela 3. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para as <i>Body Plies</i>	49
Tabela 4. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para o <i>Combined Profile</i>	50
Tabela 5. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para o <i>Tread</i>	51
Tabela 6. Probabilidades $P[Z \geq z] = \alpha$, referente à distribuição normal padrão.....	79

SIGLAS E ACRÓNIMOS

BP *Business Process*

BPM *Business Process Management*

BPMN *Business Process Model and Notation*

EPC *Event-driven Process Chain*

IT *Tecnologia da Informação*

R&D *Investigação e Desenvolvimento*

UML *Unified Modeling Language*

1. INTRODUÇÃO

A competitividade tem vindo a crescer com especial incidência na indústria automóvel. Este fator deve-se à volatilidade da mesma, o que origina mudanças rápidas e extremas na forma como o mercado atual age. Nos dias de hoje, uma organização para possuir a capacidade necessária para enfrentar os seus concorrentes, necessita de se focar na procura por melhorias, especialmente nas tarefas que realiza diariamente. Desta forma, as empresas têm centrado esforços na mudança de estratégias com o propósito de melhoria como objetivo principal. Alcançando esse objetivo, as companhias estabelecem-se com a finalidade de ganhar e manter clientes.

Com o passar dos anos foram fundados vários departamentos de Investigação e Desenvolvimento, com maior incidência nas empresas com maior volume de negócios. O objetivo principal destes sectores passa pela exploração de oportunidades de negócios, por forma a prosseguir com o crescimento das organizações. Por outro lado, estes são caracterizados pela variabilidade, seja no modo de execução dos processos, seja nos *outputs* dos mesmos.

Processos são fundamentais em todas as funções dentro de uma organização, e deve ser tido em consideração que estes são a fonte de *outputs* de todas as companhias. Para além disso, são os *outputs* de cada organização que geram a receita que é fundamental para a sobrevivência das mesmas. Processos devem ser considerados como um elemento central de estudo e fonte de melhoria, tal é a sua importância. O foco nos processos vai permitir às companhias perceberem como o trabalho é feito e por quem é desempenhada cada tarefa.

Ao longo dos anos surgiu a necessidade da compreensão de forma total de todas as partes de um processo, existindo vários *standards* atualmente aceites para esta área. Se combinarmos este fator com a eliminação de tarefas que não acrescentam valor aos processos, que é alcançada através da filosofia *Lean*, isto vai permitir com que as empresas aumentem os seus níveis de consistência, eficiência e eficácia no que ao trabalho desenvolvido pelas mesmas diz respeito. Possibilitando, desta forma, que a *standardização* dos *outputs* seja atingida.

1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Considerando o crescimento da população mundial e o aumento da procura de cereais, as operações de grande escala e, conseqüentemente, a procura de pneus agrícolas topo de gama, Thorsten Bublitz (2016), a gigante alemã Continental, decidiu voltar à produção de pneus radiais agrícolas. Desta forma, a empresa pretende apresentar um portefólio completo de pneus para tratores agrícolas e máquinas para as colheitas, trabalhando em conjunto com os principais fabricantes de maquinaria desta área. Para além disso, a empresa explica que a introdução de pneus radiais agrícolas da marca Continental em 2017 irá assinar o fim do acordo de licença de marca entre a Continental e a Mitas, que foi celebrado em 2004 (Revista FLF, 2016).

Para isso, foi realizado um investimento de aproximadamente 52.4 milhões de euros no ano de 2016 na unidade de produção localizada na freguesia de Lousado, no conselho de Famalicão. Esta unidade foi a escolhida entre as 20 da companhia espalhadas pelo mundo “após a análise às várias fábricas do grupo Continental, devido às excelentes infraestruturas e ao empenho individual dos seus colaboradores” (Nikolai Setzer, 2017). Com este investimento foi possível a construção de uma nova unidade de produção bem como de um *Evaluation Center*, por forma a ser possível testar os pneus fabricados na unidade onde são produzidos. Para além deste investimento, foi também criado um departamento de Investigação e Desenvolvimento cujo objetivo é o projeto de pneus agrícolas bem como a aquisição de conhecimento em colaboração com a equipa de Investigação e Desenvolvimento de Hannover, onde se localiza a sede da empresa. Atualmente, os pneus agrícolas da marca Continental são apenas fabricados nesta unidade.

Deste modo, os pneus agrícolas da marca Continental são desenhados seguindo o mote “Desenvolvidos para Eficiência”.

Este é um departamento fundado recentemente. No entanto, devido ao elevado fluxo de informação denotavam-se diferenças nos métodos de trabalho dos 3 engenheiros de desenvolvimento afetos a esta área, no que aos mesmos processos diz respeito. Por outro lado, foi identificada a falta de documentação para a apresentação do departamento, bem como para formação nos softwares necessários para a realização dos processos. A problemática deste fator era acrescida em caso de necessidade de contratação de colaboradores para esta área, ou devido ao esquecimento parcial de um processo poucas vezes desempenhado pelos engenheiros de desenvolvimento. Por conseguinte, foram também observadas várias imprecisões em ficheiros Excel, o que originava uma maior necessidade de tempo para a realização de cada processo devido à importância destes ficheiros no desenvolvimento dos mesmos.

1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIAS

Com a finalidade de corrigir os desvios previamente identificados, todos os objetivos que se pretendiam alcançar com o desenvolvimento deste trabalho tinham como grande denominador comum o foco na melhoria do funcionamento do departamento de Investigação e Desenvolvimento, seja através da estruturação de informação necessária, seja através da melhoria dos métodos de trabalho associados às tarefas desenvolvidas no mesmo. Deste modo, foram assumidos dois objetivos principais a serem executados no decorrer do projeto. Primeiramente, era pretendida a documentação de processos fulcrais para o projeto de pneus radiais agrícolas. Após essa etapa ser concluída, o alvo foi a definição de regras e normas a serem seguidas durante o mesmo procedimento, assim como a disponibilização das mesmas de forma simples e concisa. Deste modo, foi percorrido um trajeto rumo à *standardização* dos processos levados a cabo pelos colaboradores afetos a este departamento na execução das suas tarefas, bem como dos *outputs* do mesmo. Para além disso, pretendia-se também a realização dos seguintes objetivos adicionais:

- Elaboração de documentação para a apresentação do departamento;
- Registo do tempo necessário para a realização dos processos alvo de análise;
- Adaptação de ficheiros OneNote para PowerPoint.

No período de evolução destas tarefas todas as melhorias sugeridas foram consideradas, tanto ao nível dos processos como ao nível da organização de documentos.

Com o propósito de documentação de processos, numa primeira fase foram acompanhados todos os engenheiros de desenvolvimento durante a realização de todos os processos, por forma a captar toda a informação necessária e a obter o conhecimento profundo sobre os mesmos. Após análise e estudo da informação obtida e, por forma a mapear os processos, foi utilizada a linguagem *Business Process Model and Notation* (BPMN), sendo aplicado o ciclo de vida sugerido por Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers (2013). Com a aplicação de BPMN em conjunto com a filosofia *Lean* era pretendida a melhoria e documentação das tarefas desenvolvidas no departamento, passo a passo. Para além disso, foi efetuada uma segunda observação de cada processo, sendo, deste modo, obtido o registo do tempo necessário para a realização dos mesmos por parte de cada um dos engenheiros de desenvolvimento.

Para a definição e documentação das regras e normas a serem seguidas foi elaborado um *Guideline*. Para isso, primeiramente, foram discutidos e selecionados os pontos críticos de cada componente do pneu, para serem, posteriormente, objeto de análise. De seguida, foram recolhidas todas as informações necessárias sobre os pontos

críticos selecionados. Após análise e estudo da informação relacionada tanto com pneus produzidos como de pneus em testes e retiradas conclusões sobre a mesma, esta foi discutida com a equipa, de modo a ser validada e documentada. Deste modo, com a criação deste guia e com a aplicação da filosofia *Lean*, era pretendida a minimização dos desperdícios, bem como a obtenção de um ficheiro a ser seguido no projeto de um pneu radial agrícola. Assim, o tempo necessário para o desenvolvimento deste processo irá ser menor, bem como o número de reuniões requeridas para definições dos materiais e dimensões a utilizar.

1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento referente ao projeto desenvolvido no período de estágio foi dividido em 6 capítulos. No primeiro capítulo, foi apresentada a definição do problema, bem como os principais objetivos a atingir e a metodologia de trabalho seguida aquando do desenvolvimento do projeto.

No capítulo seguinte foi abordada a contextualização teórica dos conceitos e ferramentas utilizadas no decorrer do projeto. Inicialmente, foi definido o que é um processo, bem como discutidas as vantagens e estudados pontos de vista que se debruçam sobre a retenção do conhecimento, documentação e modelação de processos. De seguida, foram debatidas linguagens adotadas para a modelação de processos, bem como diferentes formas de aplicação. De semelhante modo, foi feita uma abordagem aos fundamentos *Lean* e, em especial, à *standardização*.

O terceiro capítulo, introduziu a empresa onde este projeto foi desenvolvido, bem como o grupo ao qual esta pertence. Incidindo, com maior detalhe, sobre o departamento de Investigação e Desenvolvimento, que como foi referido anteriormente, foi onde se desenvolveu o projeto. Para além disso, foi feita uma breve introdução aos pneus para veículos ligeiros, bem como ao seu processo produtivo e aos pneus radiais agrícolas.

No quarto capítulo foi apresentado o segmento do projeto referente à elaboração de um *Guideline* para o projeto de um pneu radial agrícola. Neste capítulo foram detalhados e exemplificados os esforços realizados para a obtenção do resultado final, bem como expostos e discutidos os seus resultados.

O quinto capítulo representa a secção do documento referente à documentação de processos. Neste capítulo foram explicados e exemplificados os esforços realizados para a obtenção do resultado final, que deve coincidir com os objetivos previamente definidos

para o estágio. No final, todas as metodologias e estratégias aplicadas foram discutidas, sendo, para além disso, apresentadas alternativas para a realização da mesma tarefa.

No sexto capítulo, foram apresentadas as conclusões retiradas sobre o trabalho desenvolvido. Para além disso, foram feitas sugestões de trabalho futuro, bem como indicadas as limitações encontradas no desenvolvimento do projeto.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Processos são um conceito fundamental no que ao ambiente industrial diz respeito. Deste modo, a retenção de conhecimento torna-se fulcral no seio de uma organização. Assim, as empresas devem procurar estratégias que lhes permitam alcançar este objetivo. Para isso, a documentação dos processos chave de uma organização é utilizada em diversas situações. Associado a este processo surge em múltiplas ocasiões a modelação de processos. Por conseguinte, este tema foi alvo de análise, bem como metodologias específicas para o efetuar, tais como o BPMN.

Tendo em conta o objetivo de melhoria continua e a busca por mecanismos que permitam tornar o trabalho desenvolvido nas organizações mais simples e eficaz foi também debatida a filosofia *Lean*. Assim, a aplicação dos ideais da *standardização* vai permitir o desenvolvimento do trabalho de forma rotineira.

A contextualização desenvolvida tem como objetivo o suporte de toda a informação necessária para a compreensão do estudo e análise desenvolvida em torno do caso de estudo, bem como de todas as metodologias utilizadas.

2.1. DEFINIÇÃO DE PROCESSO

Em jeito de definição, Davenport (1993) identificou um processo como sendo “um conjunto estruturado e medido de atividades destinadas à produção de um *output* específico para determinado cliente ou mercado. Um processo é, portanto, uma ordenação específica de atividades de trabalho em tempo e lugar, com um começo, um fim e *inputs* e *outputs* claramente identificados: uma estrutura para a ação”. Para além disso, o mesmo autor considera que estes são a estrutura pela qual uma organização faz o que é necessário para produzir valor para os seus clientes. Em consequência, uma medida importante de um processo é a satisfação do cliente com o *output* do mesmo. Os clientes devem ser representados em todas as fases de um programa de gestão de processos. Por outras palavras, este autor defende que em todas as partes do processo o foco se deve manter no cliente e que esse nunca deve ser colocado de parte, e muito menos esquecido. Para além disso, são os consumidores finais que vão definir a qualidade dos *outputs* produzidos pelas várias organizações existentes, independentemente da sua área de negócio e da finalidade do produto.

De semelhante modo pensa Zairi (1997), considerando que “um processo é uma abordagem para converter *inputs* em *outputs*. É a maneira pela qual todos os recursos de

uma organização são utilizados de maneira confiável, repetível e consistente para alcançar os seus objetivos”.

De acordo com van der Aalst *et al.* (2007) um “processo define quais tarefas precisam de ser executadas, assim como as informações sobre as mesmas. Para além disso, um processo contém também informações sobre as condições. Deste modo, define a ordem pela qual as tarefas necessitam de ser realizadas”.

Processos integram sistemas, dados e recursos seja dentro, seja entre organizações e qualquer falha pode levar a vida corporativa a um impasse. Os processos determinam o potencial de uma organização para se adaptar às novas circunstâncias e para cumprir com um número crescente de requisitos legislativos. São o elemento vital de uma organização, pois determinam o potencial para esta se conseguir adaptar às adversidades, tendo influência sobre o seu potencial de receita e sobre o seu perfil de custos (Dumas *et al.*, 2013).

Ao colocar os processos de negócio no centro das atenções, as empresas podem obter os recursos necessários para inovar o desempenho e fornecer o valor que os mercados atuais exigem (Smith & Fingar, 2003).

Processos têm custo, tempo, qualidade de resultados e satisfação de clientes. Quando reduzimos o custo ou aumentamos a satisfação dos clientes, melhoramos o processo em si. Os seus *inputs* e os seus *outputs* podem ser avaliados em termos de utilidade, consistência, variabilidade, ausência de defeitos e inúmeros outros fatores (Davenport, 1993). Para além disso, Dumas *et al.* (2013) consideram que a forma como os processos são projetados e executados afeta tanto a qualidade de serviço que os clientes percebem quanto a eficiência com que os serviços são entregues. Uma organização pode superar outra que oferece tipos similares de serviço caso tenha melhores processos e os executar melhor.

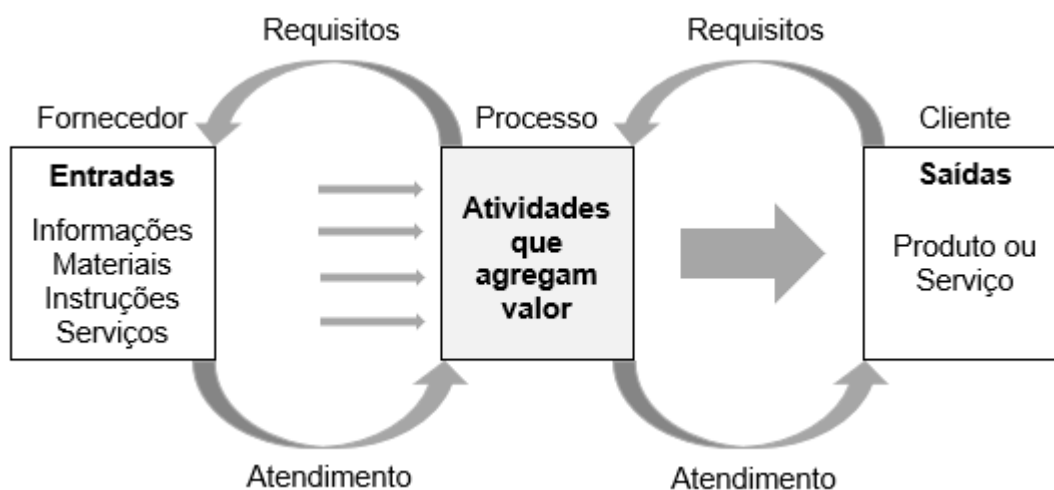


Figura 1. Organização de um Processo (Harrington, 1993)

Por conseguinte, a qualidade e competência na execução dos processos que ocorrem numa empresa no desenvolvimento de cada produto vai determinar a qualidade dos *outputs* da mesma. Visto que estes são a fonte de rendimentos de cada organização, os processos têm uma importância fulcral dentro das mesmas e devem ser alvo de estudos e análises profundas. Para além disso, estes vão ser avaliados pelos consumidores finais de acordo com vários parâmetros definidos pelos mesmos e que variam consoante o cliente e o produto em questão.

2.2. RETENÇÃO DO CONHECIMENTO

O aparecimento de uma era do conhecimento como parte integrante da economia global está a levar a mudanças drásticas no ambiente de negócios (Bender & Fish, 2002). De facto, de acordo com Martins & Meyer (2014), a perda de conhecimento tornou-se um fator crítico que pode tornar as organizações vulneráveis. Pois, todas as organizações enfrentam o risco de perder conhecimento, o que pode afetar a vantagem competitiva de uma organização.

Deste modo, Liebowitz (2008) defende que as organizações se encontram a desenvolver estratégias de retenção de conhecimento com o objetivo de não permitir a perda do mesmo. Para além disso, considera que é fundamental que estas pensem desde o início em formas de capturar, partilhar e aplicar o conhecimento de modo que a criação de conhecimento e a inovação possam ser fomentadas. Não se trata apenas de perder o conhecimento de alguém caso essa pessoa se aposente ou saia, mas também a sua rede social, ou seja, quem essa pessoa contacta na procura por respostas a perguntas no seu domínio.

O desenvolvimento de novos produtos requer a capacidade de resolver problemas por meio da recombinação do conhecimento existente e da aquisição e aplicação de novos conhecimentos relevantes para o problema em questão. O conhecimento desenvolvido em projetos anteriores de desenvolvimento de novos produtos é uma fonte a ser utilizada nos atuais projetos de desenvolvimento de novos produtos (Marsh & Stock, 2006). Assim, segundo os resultados obtidos pelos mesmos autores, a retenção de conhecimento tem um impacto positivo no desempenho da empresa aquando do desenvolvimento de novos produtos.

Segundo Levy (2013), a decisão se e em que nível a retenção de conhecimento é necessária, baseia-se na consciência do risco da perda de conhecimento e nas avaliações quanto à magnitude dos problemas. Para além disso, considera ainda que determinar o

conhecimento a ser retido é uma das tarefas mais importantes nos projetos de retenção de conhecimento.

Por conseguinte, a melhor estratégia a adotar é a prevenção. Esta, é alcançada ao realizar a gestão rotineira do conhecimento organizacional e, portanto, minimizar a perda de conhecimento quando as pessoas saem (Levy, 2013).



Figura 2. Hierarquia do Conhecimento (Bender & Fish, 2002)

Em jeito de conclusão, o conhecimento tem assumido um papel cada vez mais importante no mundo empresarial. Permitindo, assim, com que as empresas se diferenciem e obtenham vantagem em relação à concorrência. Por outro lado, estas devem proteger-se e criar mecanismos para a retenção do mesmo.

2.3. DOCUMENTAÇÃO DE PROCESSOS

A partilha de conhecimento é fundamental para as organizações, permitindo-lhes desenvolver habilidades e competências, aumentar o valor e sustentar a sua vantagem competitiva (Renzl, 2008). De acordo com o mesmo autor, este é o recurso mais valioso de uma empresa, uma vez que incorpora ativos intangíveis, rotinas e processos criativos que são difíceis de imitar.

De facto, muitas organizações tornaram-se tão complexas que o seu conhecimento é fragmentado, difícil de localizar e compartilhar e, portanto, redundante, inconsistente ou não utilizado. Assim, para se manterem competitivas, as organizações devem criar, localizar, capturar e compartilhar de forma eficiente e eficaz o seu conhecimento e experiências. Isso, exige cada vez mais que o conhecimento da organização seja explícito

e que esse seja armazenado por forma a facilitar a sua distribuição e a sua reutilização (Zack, 1998).

Para além disso, de acordo com Ungan (2006) e Roy, Low, & Waller (2007), os documentos de um processo são conhecidos, principalmente, pela sua grande ajuda na deteção de problemas no mesmo. Sendo, assim, ferramentas importantes para a *standardização* destes. Da mesma forma, Ungan (2006) defende, por conseguinte, que o nível de detalhe utilizado depende do objetivo da documentação.

Por outro lado, Forward & Lethbridge (2002) consideram que a documentação de processos é uma ferramenta que deve procurar extrair da melhor maneira o conhecimento contido nos principais recursos. Do mesmo modo, esta é importante para a comunicação, para além de que deve sempre servir um propósito. Sendo que, de acordo Roy *et al.* (2007), esse propósito pode ser facilitar a formação e o desenvolvimento da consistência de operações e padrões.

No entanto, a documentação de processos apresenta diversas falhas, debatidas por diversos autores. Para Zack (1998), no atual ambiente de mudanças rápidas e descontinuidade tecnológica, até o conhecimento e a perícia que podem ser partilhados, muitas vezes, tornam-se obsoletos. Ou seja, seguindo os ideias do autor, devido às repentinas e rápidas mudanças do mercado, o investimento realizado na documentação de processos torna-se um desperdício.

Sendo que, de acordo com Cockburn (2002), as organizações devem aprender a lidar com o facto da documentação estar quase sempre desatualizada e, então apreciá-la e utilizá-la como uma ferramenta de comunicação. Assim, esta deve ser julgada pela sua capacidade de transmitir conhecimento ao público. Algo que segundo o mesmo não precisa de ser atualizado e consistente.

Desta forma, um inquérito foi conduzido por Forward & Lethbridge (2002), com o objetivo de aferir se, apesar de muitas vezes desatualizada, a documentação seria útil para as companhias. Neste inquérito, constavam 50 perguntas, e contou com 48 participantes, entre os quais, gestores e trabalhadores afetos aos recursos humanos em várias empresas de alta tecnologia, colegas de trabalho e membros de listas de e-mail de software. Os resultados do inquérito podem ser verificados na figura 3.

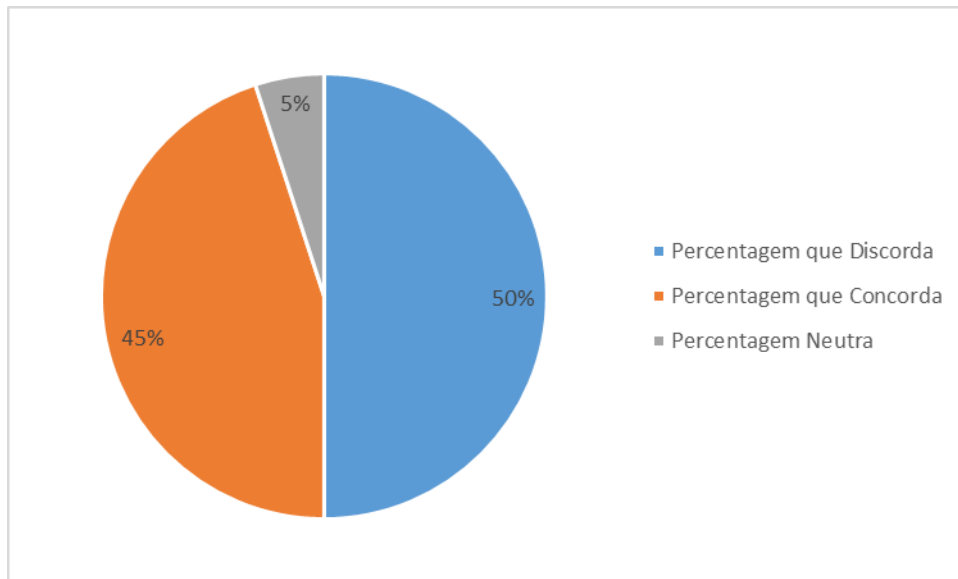


Figura 3. A documentação tem um tempo de vida limitado? (adaptado de Forward & Lethbridge, 2002)

Assim, apesar de todas as limitações e opiniões associadas à documentação de processos, esta pode ser considerada como vantajosa no ambiente industrial atual. Uma das falhas recorrentes cometida por diversas organizações centra-se na falta de partilha do seu conhecimento, para além das variadas formas com que diferentes colaboradores realizam as mesmas tarefas. Por outro lado, apesar de estar por diversas vezes desatualizada, esta apresenta-se também como vantagem na transmissão de conhecimentos. A documentação de processos, caso seja utilizada como referência pelos colaboradores afetos à organização vai eliminar estes fatores.

2.4. MODELAÇÃO DE PROCESSOS

Devido à crescente complexidade nos produtos e nos processos corporativos resultantes, novos conceitos de otimização de processos são necessários (Roeder & Tibken, 2005). Por isso, derivado deste fator, surge a oportunidade para a inserção da modelação de processos no seu quotidiano por parte das empresas.

De acordo com Kalpic & Bernus (2002), a modelação de processos deve ser considerada como uma ferramenta importante que possibilita a captura, externalização, formalização e estruturação dos processos empresariais. Esta, é uma abordagem para a representação visual de como as empresas conduzem as suas operações: definindo e representando entidades, atividades, ativadores e as relações entre eles (Curtis, Kellner, & Over, 2007).

De semelhante modo, Aguilar-Savén (2004), considera que um modelo de processo pode fornecer uma compreensão abrangente de um processo. Sendo que, uma empresa pode ser analisada e integrada através dos seus processos de negócio. E daí advém a importância de modelar corretamente os mesmos.

Segundo Smith & Fingar (2003) e Davenport (1993), a modelação é amplamente utilizada nas organizações como um método para aumentar a conscientização e o conhecimento dos processos de negócios, para além de desmontar a complexidade organizacional.

Assim, um processo de negócio, também denominado como *Business Process* (BP) é o conjunto de um ou mais procedimentos ou atividades executadas seguindo uma ordem predefinida que realiza coletivamente um objetivo de negócio ou uma meta política, normalmente dentro de um contexto de uma estrutura organizacional definindo cargos funcionais ou relacionamentos. Um processo pode ser totalmente contido dentro de uma única unidade organizacional, assim como pode abranger várias organizações diferentes. A colaboração entre processos de negócios dentro da mesma empresa é uma tarefa complexa devido à falta de uma semântica exclusiva para a terminologia dos seus modelos de BP e à utilização de várias normas na modelação e execução de processos de negócio (Chinosi & Trombetta, 2012).

Por outro lado, a aplicação de modelação conceitual de processos de negócios é implantada em larga escala com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de softwares que suportem os processos de negócios e para permitir a análise e reengenharia ou aprimoramento dos mesmos (Aguilar-Savén, 2004). Para além disso, os modelos permitem que quem toma a decisão filtre complexidades irrelevantes do mundo real, assim, os esforços podem ser direcionados para as partes mais importantes do sistema em estudo (Giaglis, 2001).

O processo de selecionar a técnica e a ferramenta correta tornou-se cada vez mais complexo, não apenas devido à enorme variedade de abordagens disponíveis, mas também devido à falta de um guia que explique e descreva os conceitos envolvidos (Aguilar-Savén, 2004).

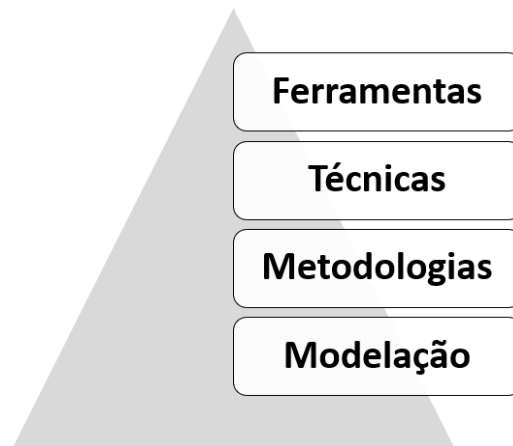


Figura 4. Organização Hierárquica dos Elementos da Modelação (Giaglis, 2001)

Portanto, a modelação de processos de negócio tem-se tornado cada vez mais popular. Especialistas nas áreas da Tecnologia de Informação e da Engenharia de Negócio concluíram que os sistemas de sucesso começam com uma compreensão dos processos de negócios de uma organização (Aguilar-Savén, 2004).

2.5. EVENT-DRIVEN PROCESS CHAIN (EPC)

Event-driven Process Chains (EPC) são frequentemente utilizados para a modelação de processos de negócio. Apresentando como principal vantagem a sua capacidade para expressar os processos de forma intuitiva (Jan Mendling, Neumann, & Nuttgens, 2005).

Um EPC consiste em funções, eventos, conetores do fluxo de controlo, operadores lógicos e objetos de processo adicionais. Cada EPC consiste numa ou mais funções e dois ou mais eventos, deste modo um EPC inicia e termina com um evento e requer pelo menos uma função para descrever um processo. Estes são inspirados nas redes de Petri, incorporando conceitos de função e modelos de dados, como modelos ER ou diagramas de classes (Korherr & List, 2007). Para além disso, de acordo com van der Aalst, Hofstede, & Weske (2003), funções correspondem a tarefas e os conetores denotam divisões e junções do tipo AND, OR ou XOR.

Assim, os EPCs são úteis para o propósito de comunicar um processo entre analistas de processos de negócios, mas são inadequados para a descrição de um processo do ponto de vista da análise técnica. No entanto, é importante avaliar a exatidão do mesmo (Dreiling, Rosemann, Aalst, & Sadiq, 2008).

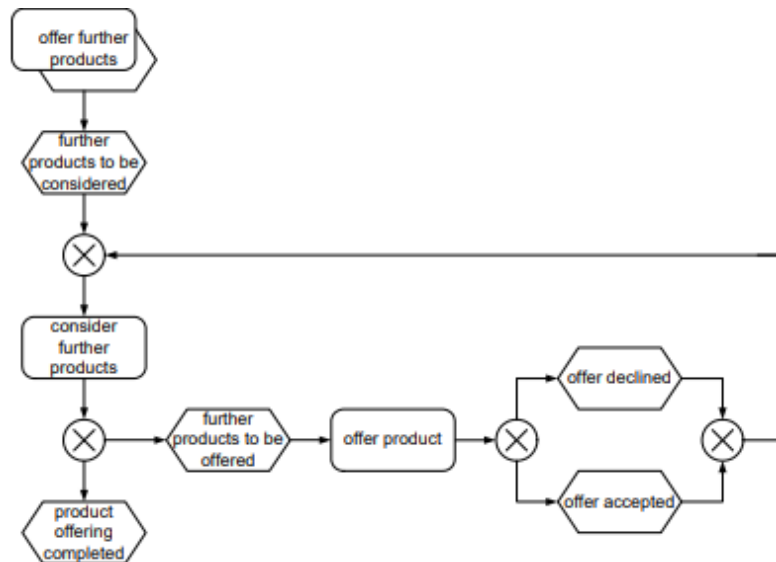


Figura 5. Exemplo de EPC para uma Maior Oferta de Produtos (Jan Mendling, 2007)

Apesar da popularidade e intuição, a sintaxe dos EPCs tem de atender a uma variedade de regras de validade relativamente à sequência de diferentes elementos. Esse fator torna-se um problema quando as organizações descentralizam e delegam as suas atividades de modelação de negócios para os departamentos envolvidos. Para além disso, os trabalhadores envolvidos podem ter pouca experiência em avaliar a validade formal dos modelos produzidos. Por outro lado, os modelos devem ser válidos para serem reutilizados nos sistemas de gestão do fluxo de trabalho (Jan Mendling *et al.*, 2005).

2.6. UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML)

Unified Modeling Language (UML) é uma linguagem gráfica que permite visualizar, especificar, construir e documentar os artefactos de um sistema com uso intensivo de *software*. Deste modo, UML fornece um modo *standard* para escrever as *blueprints* de um sistema, como itens conceptuais, processos de negócios e funções do mesmo. Para além disso, é possível escrever classes numa linguagem de programação específica, esquemas de bancos de dados e componentes de *software* reutilizáveis (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 1998).

Por outro lado, UML representa uma maturação no desenvolvimento de notações de design orientadas a objetos. Oferecendo, de igual forma, um conjunto diversificado de notações para capturar muitos aspetos do ciclo de vida de desenvolvimento de um *software*, incluindo não apenas preocupações de design, mas também aspetos de análise de requisitos, implementação e teste (Medvidovic, Rosenblum, Redmiles, & Robbins,

2002). Assim, a notação define vários tipos de diagrama que podem ser usados para modelar o comportamento estático e dinâmico de um sistema (Cranefield & Purvis, 1999).

Deste modo, é apropriada para vários sistemas de modelação, desde sistemas de informações corporativas a aplicativos distribuídos baseados na *Web* e até mesmo a sistemas incorporados em tempo real. É uma linguagem muito expressiva, que aborda todas as visões necessárias para desenvolver e, posteriormente, implementar tais sistemas. Mesmo sendo expressiva, a notação UML não é difícil de entender e utilizar. Aprender a aplicar UML efetivamente começa com a formação de um modelo conceitual da linguagem que requer a aprendizagem de três elementos principais: os blocos de construção básicos da notação UML, as regras que ditam como esses blocos podem ser unidos e alguns mecanismos comuns que se aplicam ao longo da notação (Booch *et al.*, 1998).

Assim, UML é apenas uma linguagem e, portanto, é somente parte de um método utilizado para o desenvolvimento de determinado *software*. Sendo, por isso, independente do processo (Booch *et al.* 1998). Para além disso, Medvidovic *et al.* (2002), consideram que o uso desta notação tem como benefícios alavancar ferramentas, habilidades e processos comuns.

2.7. BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)

Todas as organizações – sejam elas um órgão governamental, uma organização sem fins lucrativos, ou uma empresa – tem que gerir vários processos (Dumas *et al.*, 2013).

Business Process Management (BPM) oferece um controlo do ambiente de processos de uma empresa que visa a melhoria da agilidade e do desempenho operacional da mesma. É uma abordagem sistemática para a melhoria de processos de negócio de qualquer organização (Chinosi & Trombetta, 2012).

Segundo Weske (2012), esta filosofia é baseada na observação de que cada produto que uma empresa oferece ao mercado é o resultado de várias atividades realizadas. Os processos de negócio são o instrumento chave para a organização dessas atividades e para a melhoria da compreensão das inter-relações entre estes. Este autor considera também que a base do BPM é a representação explícita de processos de negócios com as suas atividades e restrições de execução entre elas. Depois dos processos de negócio estarem definidos, estes podem ser sujeitos a análise, melhoria e execução.

De acordo com Dumas *et al.* (2013), BPM é a arte e a ciência de supervisionar como o trabalho é realizado numa organização para garantir resultados consistentes e aproveitar as oportunidades de melhoria. Fundamentalmente, BPM não é sobre o modo de melhorar a maneira como as atividades individuais são realizadas. Em vez disso, trata-se de gerir inteiras cadeias de eventos, atividades e decisões que, em última análise, agregam valor à organização e aos seus clientes.

Para além disso, White (2004) considera também que a ideologia é utilizada para comunicar uma ampla variedade de informações a diferentes públicos. De semelhante modo, van der Aalst, Hofstede, & Weske (2003), consideram que esta filosofia inclui métodos, técnicas e ferramentas para apoiar o design, a execução, a gestão e a análise de processos de negócios operacionais.

As empresas apenas conseguem atingir os seus objetivos de negócios de maneira eficiente e eficaz se as pessoas e os outros recursos da empresa, como os sistemas de informação, trabalharem bem em conjunto. Os processos de negócios são um importante conceito para facilitar essa colaboração eficaz (Weske, 2012).

Seguindo os ideais defendidos por autores como Arevalo *et al.* (2016), Dumas *et al.* (2013), van der Aalst *et al.* (2007), Weske (2012), Mendling, Reijers, & van der Aalst (2010) BPM é uma vantagem estratégica para as organizações utilizarem como suporte para as suas operações.

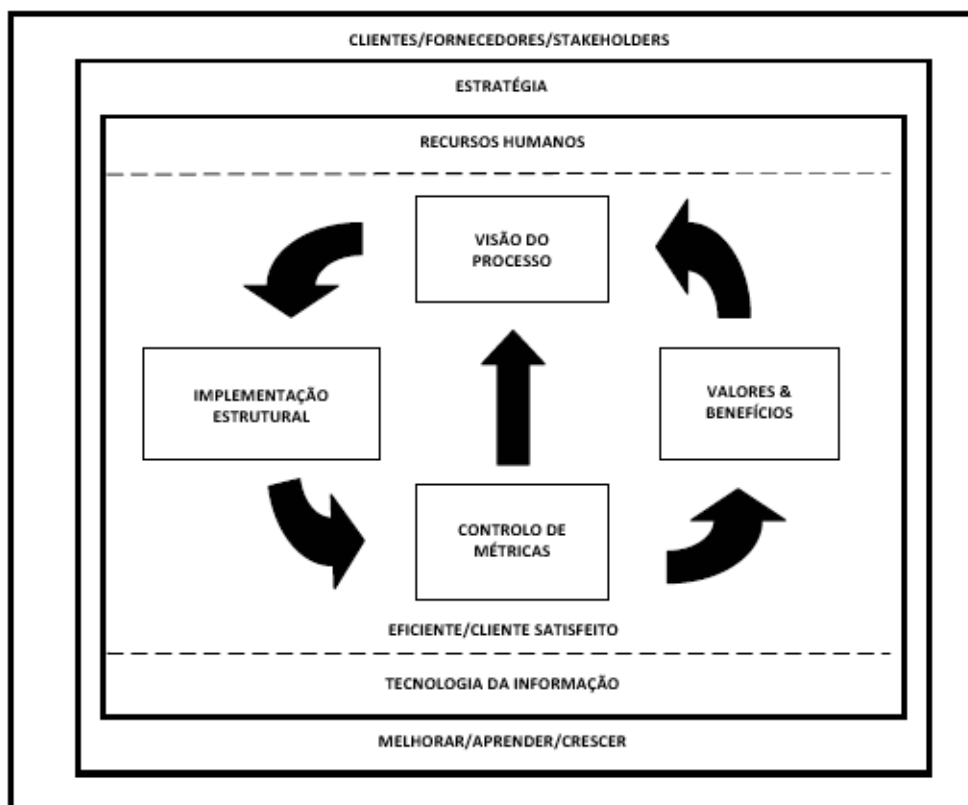


Figura 6. Visão Holística BPM (adaptado de Alonso, Dadam, & Rosemann, 2007)

Assim, BPM é considerada uma ferramenta poderosa e amplamente reconhecida que pode ser utilizada pela gestão com o foco na melhoria. Com o suporte desta ferramenta será obtido um modo facilitado para a visualização de cada processo a ser gerido. Desta forma, a busca por melhorias realizada por parte das empresas tem um forte aliado. Para além disso, esta simplicidade de perceção vai fazer com que seja possível um conhecimento mais profundo sobre cada processo por parte de todos os intervenientes nos mesmos, tornando, assim, o fluxo dos mesmos mais fluído.

2.7.1. BUSINESS PROCESS MODEL AND NOTATION (BPMN)

Nos últimos anos, a clara necessidade de uma linguagem de modelação de processos de negócios que poderia ser expressiva e formal o suficiente, mas também facilmente compreensível por usuários finais e não apenas por especialistas na área apareceu (Chinosi & Trombetta, 2012).

Deste modo, BPMN está a tornar-se o padrão e a tecnologia selecionada entre outras abordagens pela maioria dos especialistas na modelação de processos, pois oferece as vantagens de uma linguagem gráfica, assim como simplicidade e suporte para a execução de processos (Arevalo, Escalona, Ramos, & Domínguez-muñoz, 2016).

É definido também por Bonnet *et al.* (2014) como a abordagem padrão para a modelação de processos de negócio. Este autor considera, para além disso, que BPMN fornece aos profissionais uma notação que não permite apenas a comunicação interna de procedimentos de negócios, mas também a alocação de negócios e a colaboração entre parceiros de negócio.

Geiger *et al.* (2017) consideram que entre as muitas linguagens para modelação de processos que estão disponíveis atualmente, esta emergiu como um candidato amplamente aceite, quer na indústria, quer no meio académico. O seu potencial para consolidar o mercado de normas de processo é enfatizado pela sua subsequente aceitação como norma ISO.

De facto, de acordo com o inquérito realizado junto das companhias, com um total de 116 inquiridos, por Harmon & Wolf (2016), cujo objetivo era identificar os *standards* que as empresas utilizam, estão envolvidas ou pretendem utilizar. A esmagadora maioria dos inquiridos referiu que, no momento, ou já tinha esta notação envolvida nos processos da empresa que estes representavam ou que pretendiam uma aproximação à mesma. Os resultados deste estudo podem ser verificados na figura 7.

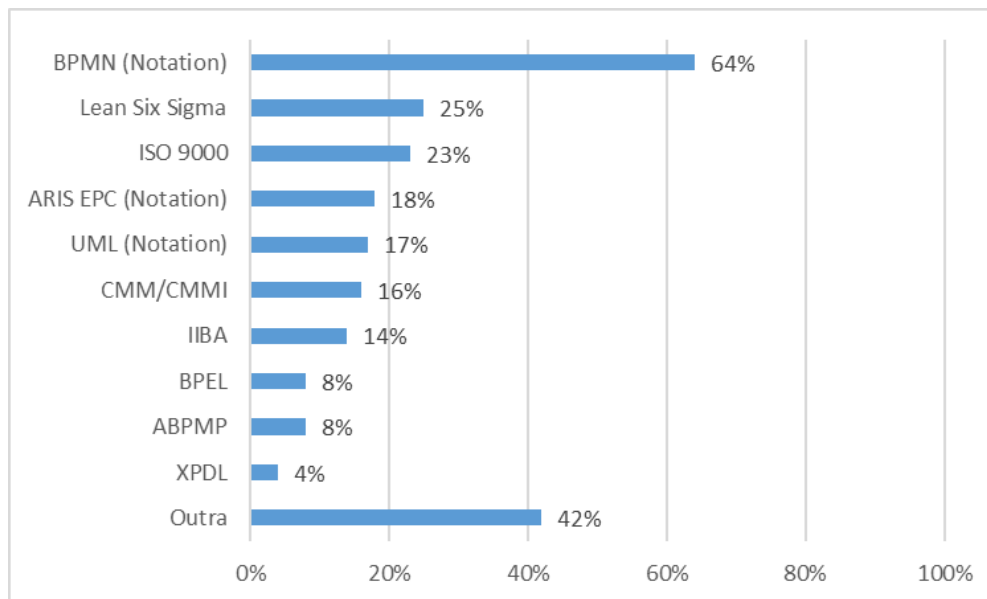


Figura 7. Standards adotados por parte das organizações (adaptado de Harmon & Wolf, 2016)

Tendo em conta White (2004), o desenvolvimento do modelo BPMN é um passo importante na redução da fragmentação que existe com o infinito número de ferramentas e notações na modelação de processos, sendo que esta emergiu da necessidade das pessoas numa organização comunicarem acerca dos processos de negócio. Considerando ainda que esta ferramenta cria uma ponte de uniformização para as lacunas existentes entre o desenho do processo de negócio e a implementação do mesmo.

BPMN suporta diferentes níveis de abstração, desde modelos de processo de alto nível, até modelos detalhados capazes de serem executados (Correia & Brito, 2012). Esta linguagem é maioritariamente imperativa, ou seja, mostra exatamente como o processo decorre (Arevalo *et al.*, 2016).

Segundo Chinosi & Trombetta (2012) é possível identificar três diferentes aplicações para linguagens de modelação: descrição, simulação e execução de processos.

A execução direta de um modelo de processo, possibilitada pelo BPMN 2.0, pretende minimizar a distância entre o comportamento desejado e o real. Assim, é evitada a necessidade de uma etapa de tradução e tem o potencial de antecipar o desvio comportamental de uma implementação a partir de um modelo correspondente (Geiger *et al.*, 2017).

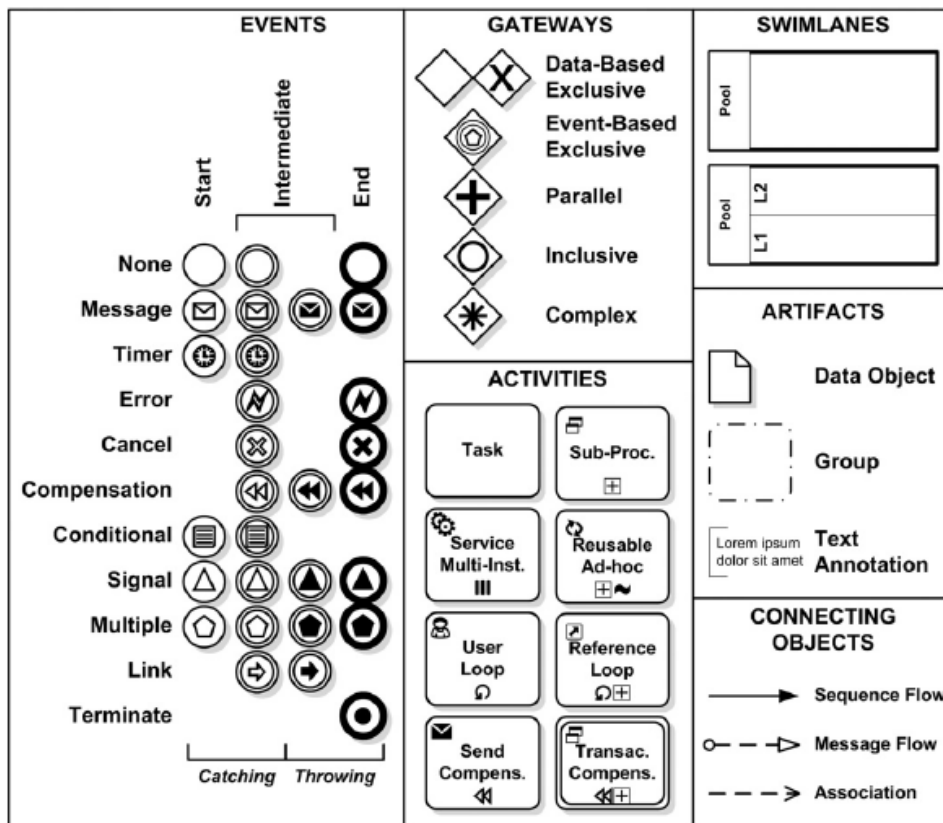


Figura 8. Elementos do BPMN (Chinosi & Trombetta, 2012)

A simplicidade e facilidade de compreensão desta notação por parte de todos os envolvidos no processo vai permitir uma fácil identificação dos pontos críticos do mesmo, o que deve ser visto como uma mais valia quando se tem em vista a organização de procedimentos dentro de uma organização. Atualmente, esta é uma notação muito aceite por parte das organizações no que à modelação de processos diz respeito.

2.7.2. CICLO DE VIDA BPM POR DUMAS ET AL. (2013)

O ciclo de vida BPM sugerido por Dumas *et al.* (2013) no livro “Fundamentals of Business Process Management” é desdobrado em 6 fases. Numa primeira fase dá-se a identificação do processo, seguida da descoberta do mesmo, da sua análise, redesenho, implementação, e para completar o ciclo ocorre a monitorização e controlo. Como se trata de um ciclo, este não tem fim definido, tendo como objetivo o estudo e análise contínuo dos processos alvo. Para além disso, esse conjunto de processos pode ser refeito enquanto assim se desejar, possibilitando, deste modo, a melhoria contínua.

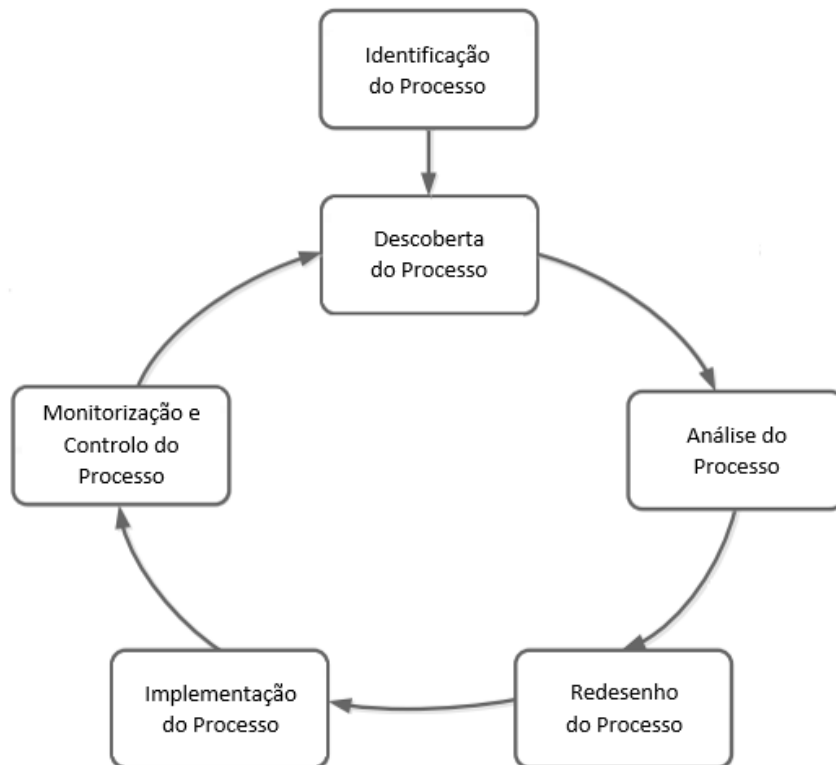


Figura 9. Ciclo de vida BPM sugerido por Dumas *et al.* (2013)

Tendo em conta o ciclo BPM representado na figura 9 e os autores Dumas *et al.* (2013), as etapas identificadas pelos mesmos consistem em:

- **Identificação do Processo:** Nesta etapa é disposto um problema de negócios. De seguida, os processos relevantes para o problema a ser abordado são identificados, delimitados e relacionados entre si. Sendo o resultado deste processo uma nova ou atualizada arquitetura que fornece uma visão geral dos processos numa organização e dos relacionamentos entre si;
- **Descoberta do Processo:** Nesta fase o estado atual de cada um dos processos relevantes é documentado. Geralmente ocorre na forma de um ou vários modelos *as-is*;
- **Análise do Processo:** Neste estágio são identificadas questões relacionadas com o processo *as-is*. Para além disso, estas são documentadas e, sempre que possível, quantificadas recorrendo a medidas de desempenho. Os resultados desta fase são um conjunto de problemas a resolver. Estes, normalmente, são priorizados em termos de impacto, para além de em determinados casos, também o serem em termos de esforço necessário para a sua resolução;
- **Redesenho do Processo:** O objetivo desta fase é identificar mudanças no processo que ajudariam a abordar os problemas identificados na fase anterior e permitir que a organização cumpra os seus objetivos de desempenho. Com essa finalidade, várias opções são analisadas e comparadas relativamente às medidas

de desempenho escolhidas. Como resultado, tipicamente, é obtido um modelo do processo denominado *to-be*, que irá servir como base para a próxima etapa;

- **Implementação do Processo:** Nesta etapa, são preparadas e executadas todas as mudanças necessárias para a passagem do processo *as-is* para o *to-be*. De modo a que esta implementação tenha sucesso, é necessário ter em conta a gestão da mudança organizacional, ou seja, o conjunto de atividades necessárias para mudar a maneira de executar as tarefas de todos os envolvidos no processo e a automação de processos, isto é, o desenvolvimento e implementação de sistemas IT para suportarem o processo *to-be*;
- **Monitorização e Controlo do Processo:** Nesta fase o processo redesenhado encontra-se em execução. Assim, são recolhidos dados relevantes com a finalidade de serem analisados com vista a determinar a performance do processo relativamente às suas medidas de desempenho e objetivos. Gargalos, erros recorrentes ou desvios em relação ao comportamento pretendido são identificados e corrigidos. Novos problemas podem surgir, exigindo, assim, que este ciclo seja repetido de forma contínua.

O ciclo de vida BPM ajuda a entender o papel da tecnologia no BPM. A tecnologia em geral, e em especial a IT, é um instrumento fundamental para melhorar os processos de negócio Dumas *et al.* (2013). Assim, aplicando este ciclo acredita-se que será possível a melhoria contínua dos processos numa organização, bem como o conhecimento profundo dos processos levados a cabo em determinada área de negócio.

2.7.3. CICLO DE VIDA BPM POR VAN DER AALST (2004)

O BPM inclui métodos, técnicas e ferramentas para apoiar o design, a execução, a gestão e a análise de processos operacionais (van der Aalst, 2004). De acordo com ciclo de vida BPM sugerido pelo mesmo autor, existem 4 fases que devem ser seguidas para a implementação de BPMN. Na primeira fase ocorre o desenho do processo, na segunda fase dá-se a configuração do sistema, seguida da etapa de execução do processo e, por fim, tem lugar a fase de diagnóstico. Tal como no exemplo de aplicação destas metodologias dado no subcapítulo anterior, este, por se tratar de um ciclo não tem fim definido. Assim, o ciclo sugerido por este autor encontra-se na figura 10.



Figura 10. Ciclo de Vida BPM sugerido por van der Aalst (2004)

De acordo com o ciclo BPM representado na figura 10, devem ser tidas em consideração as seguintes etapas:

- **Desenho do Processo:** Modelação de um processo existente *as-is* ou desejado *to-be*. Durante esta fase são construídos modelos de processos, incluindo várias perspectivas. Sendo que a única maneira de criar um sistema de informações corporativas sensível ao processo é adicionar conhecimento sobre os processos operacionais disponíveis;
- **Configuração do Sistema:** Elaboração de um sistema de informações corporativas baseado no desenho do processo;
- **Execução do Processo:** Fase em que o sistema de informações corporativas com reconhecimento de processos desenvolvido ao longo do ciclo é efetivamente utilizado;
- **Diagnóstico:** O sistema desenvolvido necessita de ser atualizado ao longo do tempo de modo a melhorar o seu desempenho, explorar o surgimento de novas tecnologias, suportar novos processos e adaptar-se a um ambiente em constante mudança. Portanto, esta fase liga a etapa de aprovação do projeto, à nova fase de desenho do mesmo.

De acordo com van der Aalst (2004), as quatro fases do ciclo são sobrepostas e todo o processo é iterativo. Assim, tal como no exemplo de aplicação do ciclo BPM anterior, é defendido pelo autor que adotando este ciclo, é possível a melhoria contínua dos processos numa organização, bem como o conhecimento profundo dos mesmos.

2.8. LEAN

De acordo com Womack & Jones (2003), *Lean* não significa reduzir o valor que os clientes compram ou os negócios que eles trazem. Em vez disso, trata-se de fornecer o valor total que os consumidores desejam dos seus produtos e serviços, com a maior eficiência e menor sofrimento. Esta filosofia considera o consumo não como um momento isolado de decisão por parte do cliente sobre um produto específico, mas como um processo contínuo que conecta bens e serviços para resolver problemas do consumidor. Deste modo, para tornar isso possível, é necessário integrar e agilizar os processos de provisão e consumo.

Com vista a eliminar todos os desperdícios identificados e de acordo com (Womack & Jones, 2003). Existem cinco Princípios *Lean* que devem ser seguidos com o referido objetivo:

- **Especificar valor:** O valor apenas pode ser definido pelo cliente final. Este é distorcido por organismos pré-existentes, especialmente engenheiros e especialistas. Estes adicionam complexidade sem interesse para o cliente;
- **Identificar o fluxo de valor:** Fluxo de valor são todas as ações necessárias para levar um produto ao cliente. Se o fundidor, o forjador, o maquinista e o operador responsável pela montagem nunca falarem, existirão passos duplicados;
- **Fluxo:** Fazer com que as etapas que acrescentam valor fluam. Eliminar desperdícios que executam um processo de tarefa única em grandes lotes;
- **Pull:** Produzir consoante a procura por parte dos clientes. Vende-se um. Faz-se um;
- **Procura pela perfeição:** O processo de redução de tempo, espaço, custo e erros não tem fim.

Os autores deste livro consideram ainda que “*Lean* é o antídoto para o desperdício”. Por outro lado, *Lean* é visto como uma revolução – é sobre a mudança completa dos nossos negócios – como a cadeia de abastecimento opera, como os diretores dirigem, como os gerentes gerem, como os funcionários realizam o seu trabalho diário (Melton, 2005).

O pensamento *Lean* começa com o cliente e com a definição de valor (Melton, 2005). Esta abordagem incentiva a melhoria contínua do desempenho, com os objetivos de agregar valor aos serviços prestados e alcançar e manter os níveis mais altos possíveis de satisfação do cliente. Para além disso, de acordo com Kruskal, Reedy, Pascal, Boiselle,

& Rosen (2012) exige compromisso com um conjunto de princípios que permitem que as pessoas e organizações se tornem e permaneçam eficientes.

Segundo Karlsson & Ahlstrom (1996), o desenvolvimento de produtos seguindo esta filosofia promete melhorar drasticamente a posição competitiva de uma empresa. A sua implementação oferece o potencial de desenvolvimento mais rápido de produtos com menos horas de engenharia, produtos de maior qualidade, e menor tempo de lançamento no mercado. Estes autores defendem ainda que há sempre espaço para melhorias.

Considerando os princípios defendidos por Kruskal *et al.* (2012), há três tipos de desperdício identificados. O primeiro dos quais está relacionado com as atividades que não acrescentam valor, mais conhecidas como *Muda*. De seguida, as variações não planeadas num processo, são nomeadas como *Mura* e sobre utilização do staff, equipamento e sistemas, é identificada como *Muri*.

Com *Lean* o ambiente de trabalho é mais limpo, melhor organizado e seguro. Para além disso, menos esforço é requerido para fornecer serviços, e menos investimento e recursos são necessários para alcançar os mesmos níveis de produtividade. Os produtos e serviços são criados em menos tempo, com menos defeitos e anomalias enquanto são utilizados menos recursos em pessoal, material e equipamento (Kruskal *et al.*, 2012).

Por outras palavras, “*Lean* é fazer mais com menos. Usar a menor quantidade de esforço, energia, equipamento, tempo, espaço de instalação, materiais e capital – enquanto se oferece aos clientes exatamente o que eles procuram” (Womack & Jones, 2003). Para além disso, *Lean* aponta para a perfeição e, ao fazê-lo o ciclo de melhoria não tem fim (Melton, 2005).

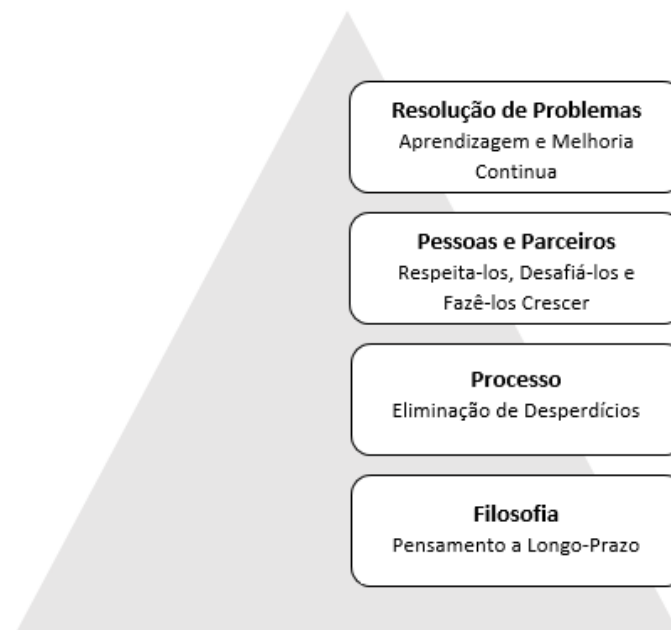


Figura 11. Subdivisões do Pensamento *Lean* (Liker, 2004)

Esta filosofia tem demonstrado ser de extrema utilidade no ambiente competitivo atual em que cada vez mais as empresas procuram a eliminação de desperdícios ao longo das suas cadeias de valor. Para além disso, o foco nas pretensões dos clientes é sempre mantido durante o processo de identificação e eliminação de desperdícios, o que vai fazer com que os *outputs* dos processos realizados estejam de acordo com as mesmas.

2.8.1. STANDARDIZAÇÃO

A produção de bens e serviços de forma consistente é crucial para as empresas no ambiente competitivo atual, uma vez que qualidade consistente significa repetidos e mais clientes. Este objetivo pode ser alcançado através da *standardização* de processos. Sendo esta definida como o grau em que as regras de trabalho, políticas e procedimentos operacionais são formalizados e seguidos (Jang & Lee, 1998).

De facto, atualmente, muitas organizações com operações a nível mundial estão interessadas na *standardização* dos seus processos. Assim, os processos de produção ou serviços vão tornar-se rotineiros e com tarefas bem definidas (Ungan, 2006). Segundo Wuellenweber, Koenig, Beimborn, & Weitzel (2009), o objetivo da *standardização* é fazer com que as atividades de um processo sejam transparentes e alcançar a uniformidade das mesmas em toda a cadeia de valor e através dos limites da organização.

Várias razões são identificadas como causadoras das variações dos *outputs* de um processo quando este é desenvolvido por pessoas diferentes. Ungan (2006), defende que a educação, experiência e os níveis de habilidade dos funcionários determinam os seus próprios estilos e diferenças. No que ao mesmo assunto diz respeito, Hsieh, Chou, & Chen (2002) consideram que a incerteza e variabilidade podem ser atribuídas às diferenças na forma como as pessoas executam as suas próprias tarefas. Assim, as habilidades, competências e comportamentos determinarão o desempenho de cada pessoa. Então, a mesma tarefa executada por pessoas diferentes origina *outputs* diferentes.

Por outro lado, Ungan (2006) defende que a *standardização* é alcançada caso a maneira como os *master's* (melhores executantes) de um processo realizarem as suas próprias tarefas puder ser documentada de forma correta. Para além disso, o mesmo defende que quando os funcionários seguirem esses procedimentos, as variações serão minimizadas e os produtos ou serviços serão oferecidos aos clientes com a melhor qualidade. De semelhante modo pensam Hsieh *et al.* (2002), que consideram que para reduzir as variações nas mesmas tarefas desempenhadas por pessoas diferentes, a melhor maneira de executar um processo deve ser adquirida e documentada em detalhe.

Assim, é também defendido por Urgan (2006) que a consistência nas operações é necessária para a sobrevivência e para o crescimento de uma organização sendo difícil alcançar a consistência devido às diferentes formas com que os funcionários executam a mesma tarefa.

Tabela 1. Vantagens da *standardização* de acordo com a Bibliografia

Referência	Opinião
Urgan, 2006	A <i>standardização</i> aumenta a eficiência, reduz a variação do processo e facilita o controle do mesmo.
Jang & Lee, 1998	A <i>standardização</i> de processos para as tarefas que podem ser predefinidas aumenta o desempenho eficiente de tarefas rotineiras ou repetitivas.
Hsieh <i>et al.</i> , 2002	A <i>standardização</i> permitirá que as empresas minimizem a incerteza e a variabilidade nos seus processos.
Wuellenweber <i>et al.</i> , 2009	A <i>standardização</i> de processos permite definir objetivos de produção claros e precisos. Se os <i>standards</i> forem utilizados dentro dos processos de negócios, o processo pode ser mais facilmente compreendido e, assim, facilitar a comunicação sobre a execução, mudanças e melhorias do processo.
Kruskal <i>et al.</i> , 2012	Com a <i>standardização</i> das etapas de um processo, o rendimento pode ser aumentado, a variação minimizada, os erros reduzidos e o desempenho melhorado.
Davenport, 2005	As organizações precisam de um conjunto de <i>standards</i> para as atividades do processo, de modo que possam comunicar de maneira fácil e eficiente.

Então, com a obtenção da *standardização*, o objetivo é que os processos dentro de uma organização se tornem rotineiros e bem definidos, bem como mais facilmente compreendidos por todos os envolvidos nos mesmos. As diferenças nos *outputs* destes devem-se a vários fatores que foram sendo reconhecidos pela bibliografia ao longo dos anos. Isto vai permitir com que as empresas minimizem as variações nos seus *outputs*, sendo mais consistentes e, portanto, cumprindo repetidamente as pretensões dos seus clientes.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo foi efetuada uma breve apresentação do grupo Continental, sendo alvo de maior relevância a Continental Mabor, unidade onde foi desenvolvido este projeto.

De seguida, foi abordada a importância dos departamentos de Investigação e Desenvolvimento de um modo geral, devido às especificidades deste tipo de departamentos. Sendo, para além disso, elucidada a constituição funcional, bem como as funções do mesmo.

Tendo em conta que esta repartição da marca se dedica à produção de pneus para veículos ligeiros e pneus agrícolas, seguidamente foi feita uma breve descrição dos primeiros, bem como descrito o seu processo produtivo. Para além disso, é importante ter em conta que o processo produtivo de pneumáticos é muito semelhante para todo o tipo de pneus.

Por outro lado, foi elaborada uma apresentação dos pneus radiais agrícolas. Nesta secção foram abordadas as particularidades dos mesmos. Deste modo, foram apontados os objetivos, especificidades e cuidados da marca em relação aos pneus desenvolvidos para este segmento de mercado. Por fim, foram identificados e descritos os componentes dos mesmos.

3.1. GRUPO CONTINENTAL

A Continental AG foi fundada no ano de 1871 na Alemanha, mais concretamente na cidade de Hannover. Aquando da sua génese, a fábrica dedicava-se à produção de artefactos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas.

Corria o ano de 1898 quando, após os êxitos iniciais a empresa decidiu expandir a sua área de negócio e iniciar o desenvolvimento e produção de pneus lisos para automóveis. A partir de então e até aos dias de hoje, a companhia acompanha a evolução operada na indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamentos para a melhoria de pneumáticos. O prestígio conquistado pela marca ao longo dos anos ultrapassa as fronteiras da Alemanha e os pneus Continental passaram a equipar os carros vencedores das diversas competições automóveis.

Em 2007, a Continental adquire a Siemens VDO Automotive AG e torna-se um dos cinco maiores fornecedores da indústria automóvel a nível mundial, reforçando simultaneamente a sua posição de mercado na Europa, América do Norte e Ásia (*Continental Portugal, 2018*).

Atualmente, a Continental está entre os 5 maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel. Como fornecedor de sistemas de travagem, sistemas e componentes para acionamentos e chassis, instrumentação, soluções de *infotainment*, eletrónica de veículos, pneus e elastômeros técnicos, a Continental contribui para uma maior segurança na condução e na proteção ambiental global. A Continental é também um parceiro competente na comunicação automobilística em rede (*Continental Pneus*, 2018).

O Grupo Continental opera atualmente em cinco divisões, sendo estas, Chassis e Segurança, *Powertrain*, Interiores, Pneus e *ContiTech*. A empresa atualmente marca presença nos cinco continentes, sendo que no ano de 2018 contava com 243226 funcionários, distribuídos por 60 países e que laboravam em 554 diferentes localizações (*Continental Annual Report*, 2018).

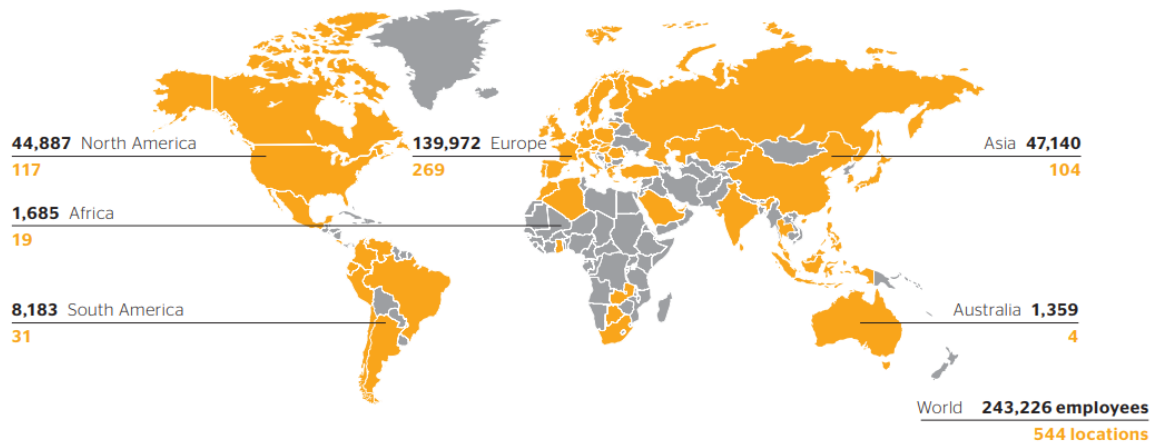


Figura 12. Presença do grupo Continental pelo mundo no ano de 2018 (*Continental Annual Report*, 2018)

O volume de negócios da marca tem crescido ao longo dos anos, sendo que no ano de 2018, no conjunto de todas as áreas de negócio da companhia, esta amealhou no total aproximadamente 44 bilhões de euros (*Continental Annual Report*, 2018). Sendo anunciado, pelo presidente do conselho executivo da companhia que o objetivo para 2020 é um aumento do volume de vendas para mais de 50 bilhões de euros e “isso significaria crescer mais rápido que o mercado novamente” (Dr. Elmar Degenhart, 2017).

A venda de pneus trata-se da área de negócio que arrecada um maior valor em vendas, sendo que de acordo com o site da empresa, atualmente, esta pode gabar-se de que um em cada três carros na Europa é comercializado com pneus da marca Continental

(Continental Pneus, 2018). Na figura 13 podem ser conferidas as receitas relativamente às vendas e os funcionários afetos a cada uma das cinco áreas de negócio do grupo.

Automotive Group			Rubber Group	
Sales: €26.9 billion; Employees: 140,016			Sales: €17.6 billion; Employees: 102,763	
Chassis & Safety Sales: €9.6 billion Employees: 49,509	Powertrain Sales: €7.7 billion Employees: 42,601	Interior Sales: €9.7 billion Employees: 47,906	Tires Sales: €11.4 billion Employees: 55,840	ContiTech Sales: €6.3 billion Employees: 46,923

Figura 13. Vendas e Funcionários por setor de negócio do grupo (Continental Annual Report, 2018)

Em Portugal, o grupo Continental é constituído por seis empresas. A sul, mais concretamente em Palmela, este grupo é representado pela Continental Lemmerz – Componentes para Automóveis, Lda. que se dedica à montagem de rodas (jante e pneu) para veículos produzidos na AutoEuropa e pela Continental Teves Portugal – Sistemas de Travagem, Lda. que tal como o nome indica dedica-se à produção de sistemas de travagem. A norte, o grupo é representado pela recentemente adquirida, Continental Advanced Antenna, pela Continental Pneus (Portugal) S.A. que tem como função a comercialização de pneus produzidos pela marca no mercado nacional, a Indústria Têxtil do Ave, S.A. que se dedica à produção de artigos têxteis para a indústria de borracha e, por fim, a Continental Mabor, empresa que vai ser descrita de seguida. Sendo que as três últimas empresas se localizam no concelho de Famalicão.

No ano de 2018, em Portugal, este grupo contava com 3395 funcionários nos seus quadros permanentes (Neves, 2019).

3.1.1. A CONTINENTAL MABOR

A Continental Mabor nasceu em dezembro de 1989, na freguesia de Lousado, pertencente ao conselho de Famalicão. Tendo como área de negócio a produção e venda de pneus. O seu nome provém da junção de dois nomes reconhecidos na manufatura de borrachas, a nacional Mabor, e a Continental AG., cuja dimensão já era reconhecida além-fronteiras aquando da união das duas.

A Manufatura Nacional de Borracha, S.A., mais conhecida como Mabor, foi a primeira fábrica de pneumáticos em solo nacional e iniciou a sua laboração nesta área, corria o ano de 1946, com assistência técnica prestada pela General Tire, originária dos Estados Unidos da América.

Em julho do ano de 1990, iniciou-se o grande programa de reestruturação que transformou as ultrapassadas instalações da Mabor na mais moderna, das então, 21 unidades da gigante Continental. Levando a que a produção tenha quadruplicado nos 6 anos iniciais.

Atualmente a empresa conta com um vasto portfolio de produtos, seja em medidas de pneus, seja em marcas. Sendo a média de produção diária de 56000 pneumáticos, ou seja, aproximadamente 11 vezes mais do que em 1990, aquando do início da reestruturação da fábrica.

O designado mercado de substituição absorve cerca de 60% da produção anual da fábrica, sendo a parte restante distribuída pelas linhas de montagem dos mais variados construtores ligados à indústria automóvel.

No ano de 2017, do volume de pneus vendidos cerca de 98% tiveram como destino a exportação, sendo enviados para 67 diferentes países. No fecho do exercício, a empresa obteve um lucro de 212 milhões de euros (Neves, 2018).

No ano de 2018, a empresa contava com 2150 pessoas no seu quadro permanente e registou a produção de 18 milhões de pneus para viaturas de passageiros e comerciais ligeiros e mais de 11 mil pneus agrícolas (Neves, 2019).



Figura 14. Instalações da Continental Mabor (Neves, 2019)

Neste momento e ao longo dos últimos anos, a Continental Mabor é uma das unidades do grupo com melhores índices de produtividade, estando em crescimento constante ao longo dos anos (Neves, 2018). Esta fábrica dedica-se à produção de pneus para viaturas de passageiros e comerciais ligeiros, bem como, à produção de pneus agrícolas. Recentemente, foi anunciado um investimento de 100 milhões de euros que vai criar 100 novos postos de trabalho e vai permitir a produção de pneus para veículos de movimentação de terras e para aplicação portuária (Neves, 2019).

3.2. INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Departamentos de Investigação e Desenvolvimento, daqui em diante designados como R&D, são identificados como um importante fator, aumentando o potencial de desenvolvimento de conhecimento através da combinação de atividades internas e externas de inovação (M. Porter & Siggelkow, 1993). De acordo com Miotti & Sachwald (2003) cada vez mais as empresas tem alocado recursos para R&D com o fim de acelerar o ritmo da inovação e diversificar as suas capacidades tecnológicas. O papel da inovação como fator de competitividade e o ritmo acelerado do progresso tecnológico combinaram-se para fazer com que as empresas aprofundassem e ampliassem as suas capacidades para a inovação.

Se R&D é uma atividade sensível para a empresa, o novo conhecimento deve levar, eventualmente, à geração de lucros (Jaffe & Economic, 2014). As estimativas revelam que as despesas com R&D têm um impacto economicamente e estatisticamente significativo sobre os lucros e o valor da empresa. Os resultados sugerem que as empresas obtêm saltos na lucratividade devido a inovações bem-sucedidas na maioria dos períodos. De seguida, as empresas investem em capital físico após essas inovações para se beneficiarem do aumento da lucratividade (Lach & Schankerman, 1989).

Atualmente, até mesmo as maiores organizações ativas de inovação não podem confiar apenas no fornecimento interno, mas também necessitam de conhecimento além dos seus limites ao desenvolver as suas inovações (Rigby & Zook, 2002).

De acordo com Weske (2012), nos mercados dinâmicos atuais as empresas são constantemente forçadas a fornecer produtos melhores e mais específicos aos seus clientes. Produtos que são bem-sucedidos hoje podem não o ser amanhã. Se um concorrente fornecer um produto mais barato, melhor desenhado ou convenientemente utilizável, a quota de mercado do primeiro produto provavelmente diminuirá. E tendo em conta os ideais defendidos por M. E. Porter (1985) que considera que a competição está no centro do sucesso ou fracasso das empresas, podemos considerar o papel deste departamento crucial dentro de uma organização e que o mesmo se caracteriza pelo aproveitamento de oportunidades que advém da necessidade de um determinado produto por parte do mercado. Sendo, por isso, o trabalho desenvolvido sob a alçada deste departamento fundamental para a manutenção das principais empresas no topo e para não permitir a aproximação ou até a ultrapassagem por parte da concorrência. Assim, algumas das descobertas obtidas através do trabalho desenvolvido neste departamento podem ser utilizadas como vantagem competitiva e como forma de diferenciação em relação à concorrência.

Desenvolver novos produtos mais rapidamente que os concorrentes é uma arma estratégica formidável para ter sucesso em mercados cada vez mais turbulentos (Karlsson & Ahlstrom, 1996).

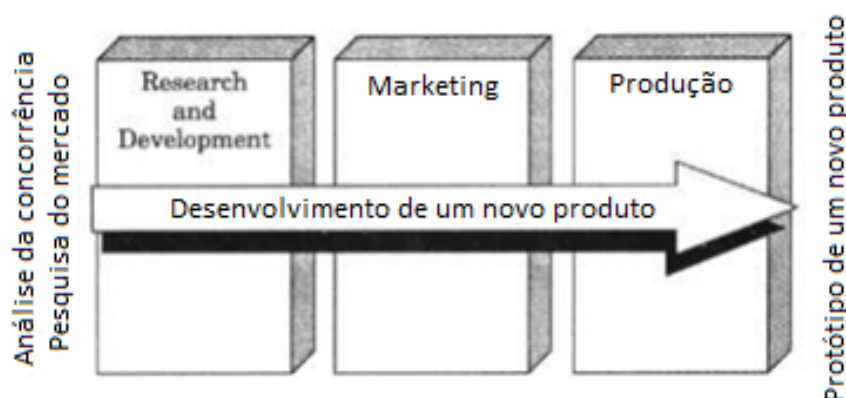


Figura 15. Papel do R&D no desenvolvimento de um produto (adaptado de Davenport, 1993)

No presente caso de estudo, o departamento de R&D, tem como funções: o desenvolvimento e industrialização de pneus radiais agrícolas, o teste desses pneus e a pesquisa e desenvolvimento. Deste modo, os pneus produzidos sob a alçada do departamento são pensados seguindo o mote “Desenvolvidos para Eficiência”.

Este departamento trabalha em estreita colaboração com o departamento com mesmo nome e função localizado na sede da empresa, e apresenta uma estrutura organizacional bem definida. Na fábrica local, o teste dos pneus desenvolvidos realiza-se num *Evaluation Center*. Deste modo, é assegurada a qualidade e o cumprimento das regulações necessárias para o lançamento do produto no mercado. Sendo que o restante trabalho é realizado no departamento, local onde decorreu o projeto.

3.3. PNEUS PARA LIGEIOS

O pneu é um dos componentes técnicos fundamentais utilizado em diversos tipos de veículos. Estes, tem como função principal assegurar e garantir a aderência dos mesmos aos diferentes pisos, sob todo o tipo de condições. Para além disso, os pneumáticos devem também assegurar a máxima segurança ao veículo, bem como garantir os melhores resultados noutras vertentes, tais como, a poupança de combustível, a sua durabilidade ou a diminuição do desgaste do veículo durante as viagens.

Nesta secção, inicialmente foi feita uma breve descrição do processo produtivo de pneus ligeiros. De semelhante modo, este é um processo muito similar para os vários tipos de pneumáticos existentes.

3.3.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Desta forma, assim como todo e qualquer processo de fabrico de produtos de elevada gama tecnologia, a produção de pneus é complexa e conta com um elevado número de especificidades que necessitam de ser tidas em consideração.

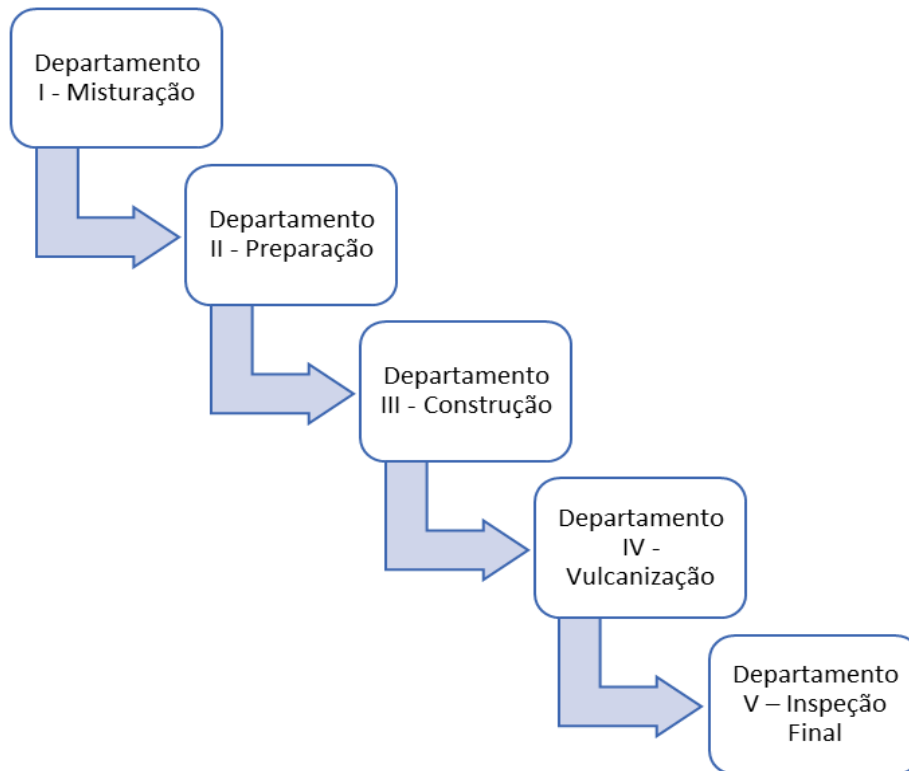


Figura 16. Departamentos que constituem o Processo Produtivo de um Pneu

Tal como se pode verificar na figura 16, na Continental Mabor, este processo está dividido em cinco fases principais, estas, por sua vez, são asseguradas pelos cinco departamentos identificados e que estão responsáveis por garantirem a produção do pneu.

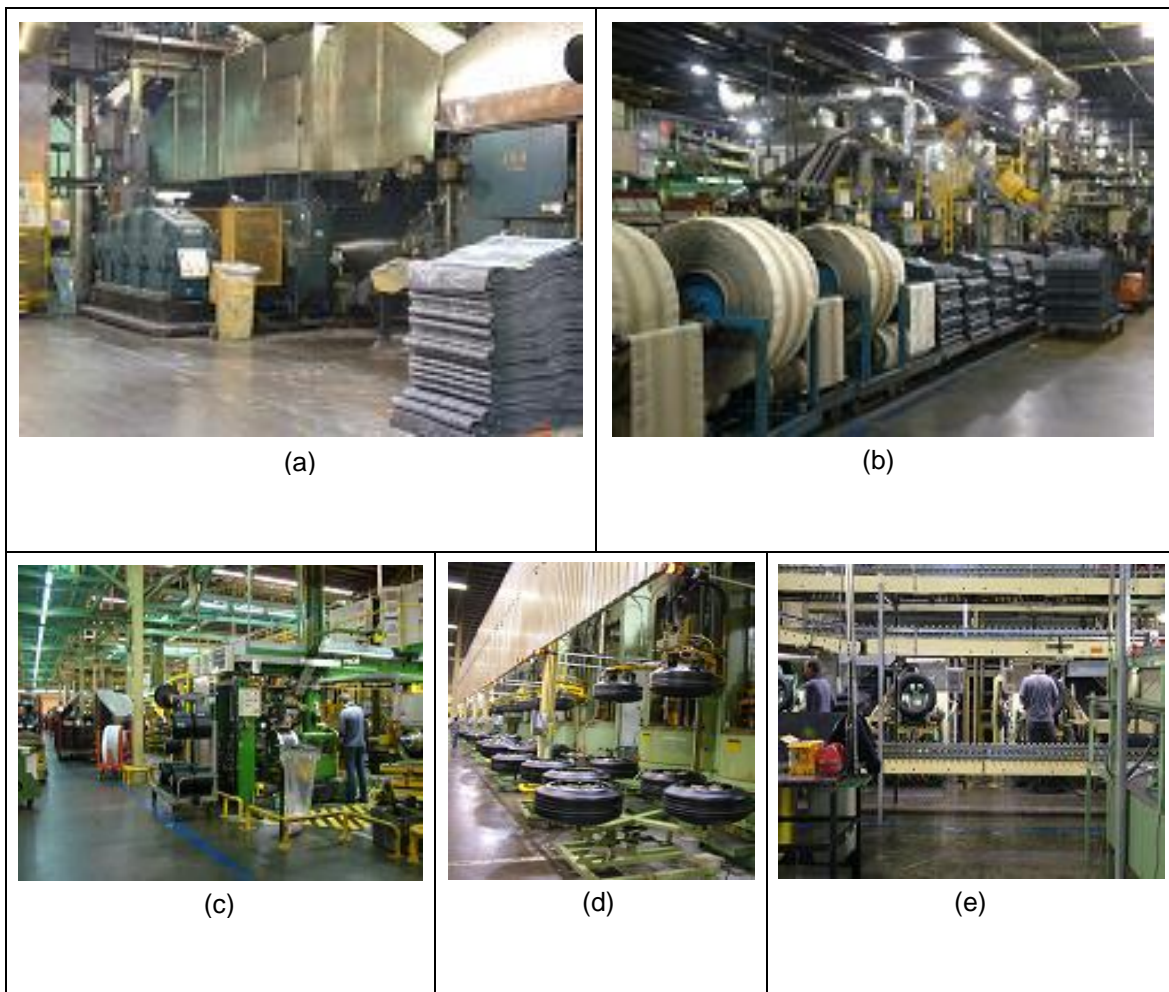


Figura 17. Departamentos que constituem o Processo Produtivo de um Pneu (a) Misturação, (b) Preparação, (c) Construção, (d) Vulcanização, (e) Inspeção Final

O departamento I ou misturação, exibido na figura 17.(a), representa a fase inicial do processo. Nesta fase dá-se a mistura de todos os compostos que constituem o pneu, entre eles, borracha, pigmentos, óleo mineral, sílica e negro de fumo. Após a passagem destes pelas misturadoras, os diferentes componentes são fundidos, dando origem à borracha necessária para a fase seguinte do processo.

O seguimento do processo dá-se no departamento II ou preparação, figura 17.(b), e tem como função a produção de todos os componentes necessários para a montagem de um pneu. Nesta fase é utilizado como *input* a borracha produzida no departamento anterior, bem como outras matérias-primas adquiridas a fornecedores, tais como, o arame, tecido têxtil e telas metálicas. Estes materiais, são depois processados pelas extrusoras, calandras e pelas máquinas de corte, que são, de resto, responsáveis pela preparação e transformação destas matérias-primas. Por fim, depois de preparados e transformados, estes materiais seguem para a área de construção.

O departamento III, mais conhecido como construção, figura 17.(c), caracteriza-se por ser a fase do processo onde se dá a montagem de todos os componentes provenientes

do departamento anterior. São utilizados dois tipos de máquinas. As máquinas KM, tem como função a construção da carcaça do pneu. Por outro lado, as máquinas PU, são responsáveis pela junção dos *breakers*, cintas têxteis e do piso à carcaça já construída. No final desta fase, está concluído o chamado “pneu em verde”.

De seguida, no departamento IV ou vulcanização, figura 17.(d), como o nome indica, tem lugar a vulcanização dos pneus. Nesta etapa do processo, o “pneu em verde” proveniente do estágio anterior, é submetido a elevadas temperaturas em prensas, onde os moldes previamente desenvolvidos vão originar a forma final do pneu.

Por fim, o departamento V ou inspeção final, é a última fase do processo e está representado na figura 17.(e). Neste estágio são realizadas verificações visuais, inspeções e testes necessários, assegurando, desta forma que todos os pneus cumprem os requisitos de qualidade. Posteriormente, caso os pneus cumpram os requisitos de qualidade são encaminhados para o armazém do produto acabado.

3.4. O PNEU RADIAL AGRÍCOLA

O pneu agrícola é um tipo de pneumático muito específico. Na Continental, procura-se ao máximo respeitar e satisfazer as exigências e os requisitos dos agricultores. Para além disso, é tido em consideração que a agricultura não é vista apenas como um emprego pelos mesmos, mas sim como uma missão de vida, sendo que estes fazem o que for possível para a obtenção da melhor colheita.

O elemento fundamental para o sucesso de uma colheita é o solo. Os pneus fabricados pela marca procuram concretizar a competência e dedicação dos agricultores, tendo em conta que são estes que mais tempo estão em contacto com o solo numa exploração agrícola.

Neste segmento de mercado, a empresa procura desenvolver pneus com maior durabilidade, tração, eficiência, que afetem o menos possível as colheitas, diminuindo a compactação do solo, e que proporcionem uma condução mais confortável.

Na figura 18.(a), é exibido um exemplo de um pneu fabricado na unidade de produção de alta tecnologia de Lousado.

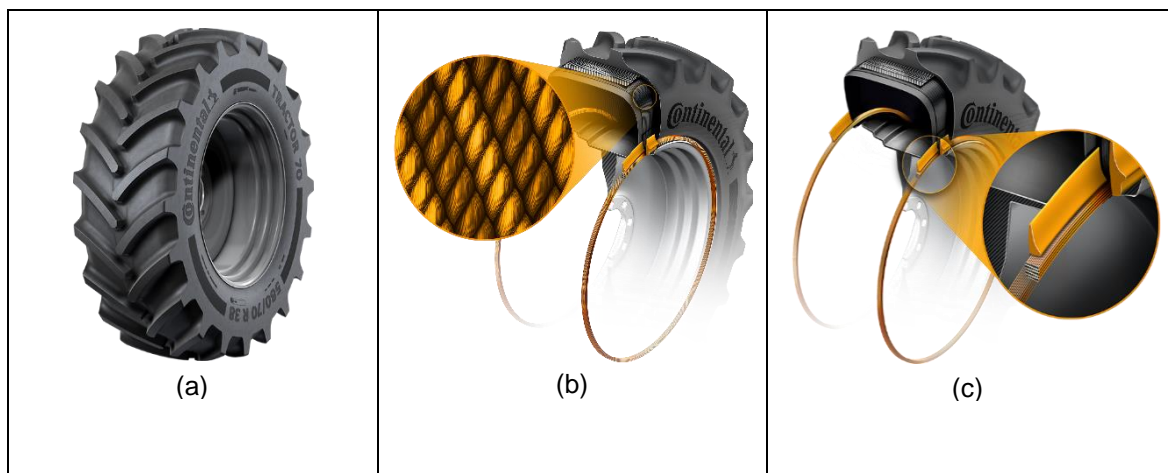


Figura 18. Especificidades da marca (a) Exemplo de Pneu Radial Agrícola da marca Continental, (b) Tecnologia "N. Flex", (c) Desenho Inovador do Talão dos pneus agrícolas da Continental

Cada pneu agrícola produzido na Continental tem algo que o torna único. Com a nova tecnologia denominada "N.Flex", figura 18.(b), os pneumáticos vão possuir um novo tipo de carcaça composta por nylon que os torna mais robustos e uniformes, aguentando, assim, mais agressões do que nunca, sejam quais forem os obstáculos a enfrentar. Deste modo, os pneus voltam rapidamente à forma inicial após o impacto, permitindo, assim, com que o seu formato se mantenha, proporcionando um rolamento suave e confortável.

Os pneus utilizados nesta fração do mercado são sujeitos a elevadas provas de força e durabilidade. Desta forma, são aplicadas enormes forças no talão quando este é esticado sobre a jante, tendo este, de seguida, de voltar à sua forma original. A tecnologia desenvolvida pela Continental vai permitir com que o talão seja composto por um só fio de aço. Permitindo, assim, com que estes sejam mais robustos e compactos, mantendo a sua forma e permitindo maior resistência do talão ao longo do tempo e a melhor montagem do mesmo na jante do veículo. Esta especificidade da marca pode ser verificada na figura 18.(c).

Tendo em conta todas estas tecnologias e características, a Continental, tem como principal objetivo a satisfação das pretensões dos agricultores, produzindo, assim, pneus robustos, mas, que, por outro lado, deixem o menor rasto e que tratem com cuidado o precioso solo.

3.4.1. COMPONENTES DE UM PNEU RADIAL AGRÍCOLA

Neste subcapítulo foi efetuada uma breve descrição sobre os diferentes componentes que constituem os pneus radiais agrícolas fabricados pela marca. Estes, variam em cada pneu consoante o que se pretende para o produto final. Para além disso,

determinados componentes são sempre necessários e precisam de ser introduzidos aquando da produção dos pneumáticos. A figura 19 demonstra os componentes destes, bem como a sua disposição, sendo feita, posteriormente, a descrição e apresentadas as respetivas funções dos mesmos.

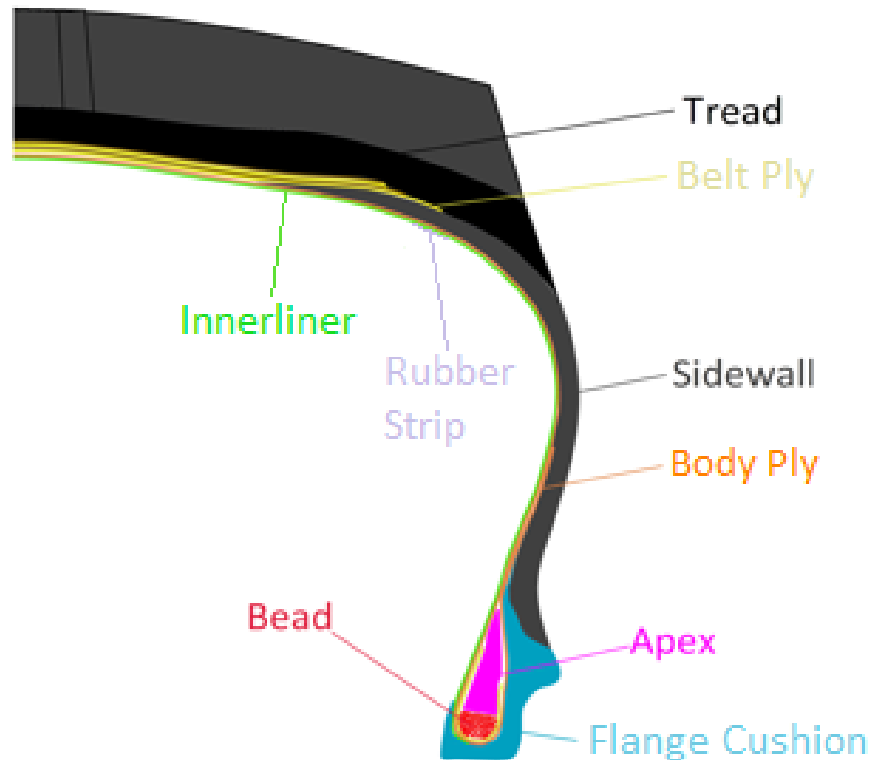


Figura 19. Estrutura de um Pneu Radial Agrícola e os seus Componentes

- **Innerliner:** Revestimento da superfície interior do pneu. A sua permeabilidade tem de ser baixa, por forma a garantir a manutenção do ar no pneu;
- **Body Plies:** Garantem a resistência contra a explosão. Fornecem consistência ao pneu e são o que permite com que este mantenha a sua forma redonda sob pressões elevadas;
- **Rubber Strip:** Por forma a reforçar a espessura do *Innerliner* é adicionada, em cada ombro do pneu, uma tira adicional. Esta necessidade surge devido ao desgaste do mesmo;
- **Belt Plies:** São utilizados como reforço do pneu. Contribuem para a estabilidade necessária, o que permite manter a pressão interna do pneu e torna possível suportar a carga e os impactos laterais. Para além disso, fazem com que a longevidade e a resistência do mesmo aumentem;
- **Tread:** Superfície externa do pneu que está em contacto com o solo. É resistente ao desgaste e ao corte e representa cerca de 50% do peso do pneu;

- **Sidewall:** Superfície lateral do pneu. É macia e durável, permitindo, deste modo, elevada deflexão e a proteção da carcaça contra cortes e choques;
- **Apex:** Tem como função a otimização da forma da carcaça em torno do núcleo do talão;
- **Bead:** Assegura a resistência contra a explosão. Tem como função principal permitir o assentamento adequado do talão em relação à jante. Fornecem a força e estabilidade direcional necessárias para o melhor conforto e precisão na condução;
- **Flange Cushion:** Fornece proteção contra o atrito provocado pela jante e contra danos causados pela montagem/desmontagem do pneu na mesma.

4. ELABORAÇÃO DE UM *GUIDELINE* PARA O PROJETO DE UM PNEU RADIAL AGRÍCOLA

Neste capítulo foram identificados e discutidos todos os passos tomados com o objetivo da elaboração de um *Guideline* para o projeto de um pneu radial agrícola. Assim, tal como o nome indica, o objetivo foi elaborar um guia uniformizado e que deverá ser seguido aquando da definição das especificidades necessárias para a construção de um pneu radial agrícola. No final, foi realizada a análise e discussão do procedimento utilizado, bem como dos resultados obtidos.

Deste modo, para o projeto de pneus radiais agrícolas, era utilizado um ficheiro que se encontrava desatualizado, para além de não incluir todas as informações necessárias para o processo. Por outro lado, diversas informações fundamentais para o mesmo não se encontravam convenientemente documentadas, estando dispersas em vários ficheiros. Assim, como forma de responder a esta necessidade do departamento foi elaborado o documento. Neste, estão assinaladas todas as informações necessárias para a conclusão do processo, tais como, as limitações das máquinas utilizadas, os materiais disponíveis, guias dimensionais e para a espessura dos componentes, sendo inseridas ilustrações e fórmulas de cálculo, por forma a tornar os processos mais rápidos, simples e de fácil perceção. Por conseguinte, este documento foi elaborado utilizando o Excel. Desta forma, desejava-se que a partir da análise de dados relativos aos *outputs* do departamento fossem desenvolvidas normas e constantes a serem seguidas. Para além disso, com a disposição das fórmulas de cálculo para cada componente pretendia-se a obtenção da dimensão a utilizar para o mesmo, consoante um conjunto de variáveis que tem influência no processo e que estão definidas nessa fase do mesmo. De semelhante modo, foram utilizadas Macros, por forma a possibilitar uma forma rápida e simples de executar esse cálculo. Por fim, foram registadas as exceções às normas e regras definidas, bem como indicadas as razões da exceção e, nos casos em que essas podem ser identificadas visualmente, foram, para além disso, exibidas imagens do caso.

Para isso, foram realizadas reuniões com a equipa afeta ao departamento regularmente, de modo a validar a informação e definir as constantes e regras a serem seguidas. Por outro lado, durante o processo de elaboração da ferramenta, foram também contactadas pessoas de outros departamentos, de modo a confirmar os dados e para a obtenção de informações.

Inicialmente, foram discutidos e analisados quais eram os componentes que deveriam ser considerados para a criação da ferramenta. De seguida, estes foram analisados de forma individual, de modo a entender quais particularidades dos mesmos deveriam ser consideradas. Assim, foram recolhidas informações relativamente às

dimensões e posicionamento dos componentes, tipo de construção e materiais utilizados nos mesmos, bem como informações sobre os instrumentos que são necessários para a produção. Desta forma, foi possível agrupar todas as informações relevantes para o processo e que se pretende que sejam alvo de estudo. Nesta fase, foram tidos em conta artigos completamente desenvolvidos e disponibilizados para venda no mercado, mas também produtos que ainda estão a ser alvo de desenvolvimento e em período de testes. Apesar dos pneus em testes serem considerados no estudo, a informação provida pelos mesmos é dúbia devido do facto de ainda puderem ser alvo de alteração por desvios relativamente ao que é pretendido para produção. No entanto, os mesmos são incluídos na análise devido ao pequeno número de amostras relativamente a determinadas medidas de pneu utilizando apenas artigos de produção. No caso dos pneus de testes é considerado para análise o último pneu construído. Seguidamente, os dados recolhidos foram analisados e comparados com o objetivo de alcançar conclusões sobre o modo como essas variáveis mudam consoante as especificidades de cada pneu. Nesta fase, foram utilizados gráficos e tabelas dinâmicas, de modo a obter uma visão clara e concreta relativamente aos dados recolhidos. Em determinados casos, as informações obtidas com a recolha de dados eram claras e as particularidades facilmente identificáveis. Por outro lado, nos casos em que não há normas definidas, as conclusões retiradas foram analisadas por toda a equipa do departamento, através de reuniões. Desta forma, foi possível definir constantes e regras, com a finalidade de melhoria do funcionamento do departamento, bem como a obtenção da simplicidade nos processos e *standardização* dos *outputs*.

Assim, os componentes foram apresentados na ordem pela qual são pensados aquando do projeto de um pneu radial agrícola. Para além disso, foi seguido um *layout* pré-definido para a apresentação de toda a informação necessária na ordem pela qual é pensada e definida. Deste modo, o trabalho dos utilizadores desta ferramenta vai ser facilitado devido à forma como esta se encontra estruturada.

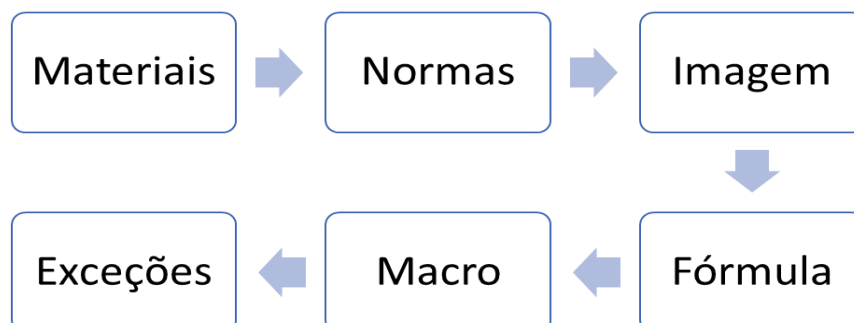


Figura 20. *Layout* utilizado para cada componente no *Guideline*

Deste modo, em primeiro lugar este documento contém uma capa. Nesta secção do mesmo, foi apresentada a equipa afeta ao departamento, bem como os contactos

destes, nomeadamente o seu e-mail e o telefone. Para além disso, foram também apresentados de um modo geral, os conteúdos sobre os quais se debruçou o guia.

Seguidamente, foi apresentada uma folha que contém as atuais limitações das máquinas. Neste segmento, foram apresentados os limites dimensionais para cada componente ou instrumento necessário para a produção de um pneu radial agrícola. Estas informações, tem como base um ficheiro fornecido pela fábrica ao departamento, sendo, assim, indicada a localização da versão atualizada desse mesmo ficheiro, por se tratar de tópicos sensíveis e em constante mudança. Deste modo, esta informação estará disponível de forma simples e com rápido acesso, visto que esse ficheiro não era de comum utilização. Assim, será possível poupar o tempo que era despendido na procura destas informações previamente.

Com relação às folhas destinadas a cada componente, primeiramente, foram indicados num quadro os materiais disponíveis para utilização e as suas limitações. Deste modo, consoante as especificidades de cada pneu foram indicadas as opções disponíveis ao engenheiro de desenvolvimento. Para além disso, nesta etapa, foram também identificados os materiais que se encontram em testes, ou seja, que estão disponíveis para utilização, no entanto não se encontram presentes em nenhum artigo de produção. Por esse mesmo facto, estes estão assinalados a amarelo porque o seu grau de adequação em relação aos níveis de qualidade apresentados pela organização não pode ser completamente assegurado, tal como a sua adequação às necessidades da organização no projeto de artigos. Por outro lado, os componentes libertos para utilização foram assinalados com a cor verde. Nesta etapa, foram analisados os materiais utilizados, para além de serem recolhidas informações sobre os mesmos e sobre novos que estão a ser introduzidos junto dos engenheiros de desenvolvimento. Deste modo, é acrescido o facto de estas informações não se encontrarem documentadas de forma estruturada previamente, tendo, assim acesso dificultado. Seguidamente, foram apresentadas as normas relativas ao componente. Para isso, tal como na etapa anterior, para além do estudo e análise dos dados recolhidos, foram também recolhidas informações junto dos engenheiros de desenvolvimento. Desta forma, foi apresentada uma imagem representativa do componente. Com o efeito de apresentar a fórmula de cálculo utilizada para a definição, seja do comprimento do componente, espessura ou posicionamento, consoante o caso, foi apresentado um quadro com a mesma. De seguida, foi disponibilizada uma Macro para o cálculo facilitado dessa dimensão.

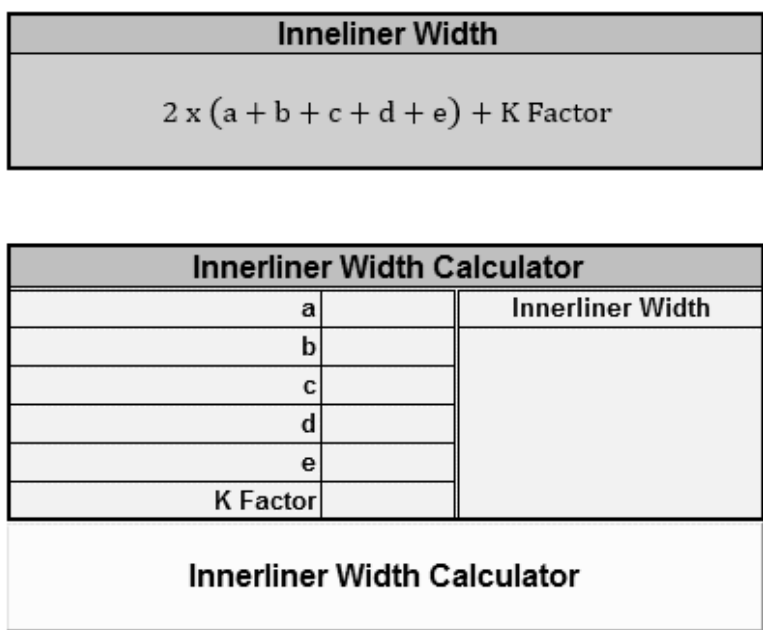


Figura 21. Fórmula de Cálculo para o *Innerliner* e respetiva Macro

Para isso, é apenas necessário clicar no botão, neste caso denominado “Innerliner Width Calculator”, após preencher os *inputs* indicados na tabela exemplificada na figura 21. Algumas das fórmulas já se encontravam previamente definidas, no entanto, nesses casos, foram revistas por forma a assegurar que as mesmas se encontram atualizadas e que satisfaziam as necessidades do departamento. Sendo que nos restantes casos, estas foram elaboradas e analisadas nas reuniões de equipa com a finalidade de serem definidas. Para além disso, as dimensões obtidas utilizando a fórmula de cálculo foram comparadas com as dimensões efetivamente utilizadas nos pneus de produção. De semelhante modo, nos casos em que foram desenvolvidas novas fórmulas e em que eram utilizadas fórmulas *standard* para a estimativa dimensional anteriormente, os resultados calculados utilizando essas, foram, assim, comparados com os resultados obtidos com as fórmulas de cálculo utilizadas previamente. No estudo das fórmulas, foram apenas utilizados dados obtidos através da análise dos pneus produzidos, por se tratar de dados mais fidedignos.

Paralelamente à estrutura seguida na criação do ficheiro, em determinados casos, foram acrescentadas informações e desenvolvidos esforços adicionais referentes a situações identificadas nas reuniões de acompanhamento. De seguida, foram descritos esses trabalhos relativamente a cada componente.

Em relação ao *Innerliner*, para além de todas as informações presentes na estrutura utilizada ao longo do documento, foi, por outro lado, adicionada a lista de superfícies disponíveis para utilização neste componente. Assim, mais uma vez, foi facultada aos engenheiros de desenvolvimento uma forma simples e rápida de aceder a essa informação.

Para além disso, foi também indicada a localização do ficheiro de onde foi retirada a informação e onde a mesma se encontra de forma mais pormenorizada. Para o cálculo da dimensão deste, primeiramente foram definidos *clusters* juntamente com a equipa, tendo como base as dimensões utilizadas até então. No entanto, posteriormente foi desenvolvida uma fórmula para o cálculo da medida a utilizar. Deste modo, a fórmula deverá satisfazer as necessidades do departamento quanto a este componente independentemente dos *inputs* utilizados, o que não se verificava com os *clusters*. Pois, os mesmos compreendiam apenas especificidades já utilizadas no projeto de pneus radiais agrícolas. Neste caso, a fórmula foi baseada num cálculo pré-existente, tendo sido adicionada ao mesmo uma dimensão que não estava a ser considerada até então. Assim, este método de cálculo deverá estar preparado para corresponder de forma positiva independentemente do artigo a ser desenvolvido.

De seguida, os componentes *Body Plies* e *Rubber Strip* foram considerados na mesma folha. No caso das *Body Plies*, foi desenvolvida uma fórmula de cálculo contendo todas as variantes a considerar. Em relação à *Rubber Strip*, foi também utilizado o *layout* pré-definido. Para além disso, foi alterado o *step* utilizado para este componente no cálculo do posicionamento do mesmo, isto é, o posicionamento do componente era considerado de 5 em 5 mm e passou a ser considerado de 10 em 10 mm. Efetivando, deste modo, a redução da complexidade deste. Assim, os *outputs* do departamento irão apresentar menor variabilidade e irá possibilitar a simplicidade dos processos.

Depois, foi elaborada uma folha dedicada ao *Bead* e ao *Apex*. Nesta secção do documento, a estrutura padrão não foi seguida. Este fator deriva do facto de não serem utilizados instrumentos de cálculo para estes mesmos, sendo estes, dois dos primeiros fatores a serem definidos aquando do projeto de um pneu radial agrícola. Então, nesta folha, foram registados os materiais e dimensões disponíveis para utilização e especificidades que devem ser tidas em conta aquando da definição dos componentes.

Seguidamente, a *Sidewall* e o *Flange Cushion* foram abordados como um todo, visto que a combinação dos dois origina o *Combined Profile*. Neste segmento, para além das informações presentes na estrutura pré-definida foram exibidos os perfis disponíveis atualmente para utilização, incluindo, para além disso, todas as informações necessárias sobre os mesmos. Por outro lado, nesta secção foram definidos *clusters* relativamente à viragem, isto é, a dimensão adicional que o *Combined Profile* vai ter de modo a contornar o *Bead*, consoante os fatores que é requerido serem considerados. Essas dimensões foram discutidas juntamente com a equipa e documentadas sob a forma de uma tabela.

Relativamente às *Belt Plies*, este componente foi apresentado no documento seguindo o *layout*. Para além disso, foi realizado um estudo do encolhimento do mesmo aquando da vulcanização do pneu. Por outro lado, não foi elaborada uma nova fórmula

para este componente, pois este se encontra em desenvolvimento, ficando este processo em aberto.

Por fim, a última folha do documento, incide sobre o *Tread*. Nesta fração do ficheiro, para além da estrutura pré-definida, foram adicionadas as fórmulas e ferramentas para cálculo dimensional de outros dois elementos que são considerados no projeto de um pneu radial agrícola. Para além disso, seguindo a sugestão de um dos engenheiros de desenvolvimento, essas fórmulas e ferramentas de cálculo foram também dispostas em ordem a outra variável diferente da inicial, por forma a facilitar situações em que se pretende fazer o cálculo inverso.

4.1. ANÁLISE DO PROCEDIMENTO E DISCUSSÃO

Como se trata de um *Guideline*, o objetivo deste guia orientador não é fornecer as dimensões exatas a utilizar na produção da versão final do pneu, a disponibilizar no mercado, mas sim, por outro lado, fornecer dimensões válidas, passíveis de alteração durante o processo de projeto de um pneumático. Por esta mesma razão, em diversas situações existem desvios entre os valores calculados utilizando as fórmulas desenvolvidas e as dimensões realmente utilizadas nos artigos disponíveis no mercado pelas mais variadas razões, como por exemplo, imperfeições dimensionais ou de performance associados a determinado artigo.

Com a criação desta ferramenta, todas as informações necessárias para o projeto de um pneu radial agrícola vão estar contidas no mesmo documento. Este fator tem importância acrescida tendo em conta que muitas das informações necessárias para este processo se encontravam dispersas e com difícil acesso, não sendo de conhecimento geral a sua localização. Para além disso, foram documentadas informações fundamentais para o desenvolvimento do processo que não possuíam qualquer registo acessível ao departamento.

Por outro lado, devido à pouca informação disponível acerca de determinadas dimensões de artigos, este *Guideline* foi essencialmente desenvolvido com base em dimensões *standard*. Deste modo, não pode ser assegurado que o mesmo satisfaça as necessidades do departamento em relação a pneus com dimensões fora do *standard*. Assim, este deverá ser atualizado constantemente, de modo a conter todas as informações e singularidades necessárias para o projeto de um pneu radial agrícola.

De semelhante modo, a utilização de dados relativos a pneus que ainda se encontram em desenvolvimento, mais concretamente, em fase de testes, pode afetar os

resultados obtidos. Pois, apesar da utilização de dados relativos ao último pneu de testes desenvolvido, a informação provida por estes é dúbia, devido do facto de ainda não terem sido aprovados para produção em série.

Como referido anteriormente, este projeto foi sendo acompanhado e validado através da realização de reuniões, seja com o gestor do projeto, seja com toda a equipa afeta ao departamento. Esta abordagem veio a revelar-se um sucesso, visto que o *Guideline* correspondeu às expetativas da equipa do departamento e demonstrou ser uma ferramenta muito útil para o trabalho desenvolvido no mesmo. Para além disso, este instrumento passou a ser parte do dia a dia dos engenheiros de desenvolvimento ainda antes de estar terminado. Deste modo, este irá fornecer suporte aos mesmos durante o projeto de um pneu radial agrícola. Permitindo, assim, substituir o ficheiro utilizado anteriormente com a mesma finalidade que se encontrava desatualizado, para além de não conter toda a informação necessária. Desta forma, este processo irá tornar-se mais rápido e eficaz, devido à assertividade verificada das fórmulas desenvolvidas, bem como à facilidade de utilização das mesmas e à definição de constantes e normas a utilizar consoante as especificidades dos pneus. Deste modo, vão ser evitadas reuniões para definições dimensionais de componentes, visto que esta informação se encontra presente no guia. Por outro lado, a ferramenta vai permitir a redução de lapsos. Por fim, o *Guideline* irá contribuir para a *standardização* dos processos e, conseqüentemente, dos seus *outputs*. De seguida, foram analisados os resultados dimensionais obtidos com as fórmulas elaboradas no decorrer do projeto.

4.2. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em consideração o trabalho desenvolvido durante a realização do projeto, foi possível retirar conclusões em relação à adequabilidade do mesmo com base nos estudos e análises desenvolvidas aquando da realização deste.

Assim, os resultados obtidos foram analisados e validados nas reuniões realizadas com a equipa do departamento. Devido aos ajustes necessários durante o processo de projeto de um pneu, os desvios com valor absoluto igual a 10 mm foram considerados normais. Para além disso, foram realizados testes de hipóteses com o mesmo objetivo.

De seguida, foram expostos os resultados obtidos relativamente a cada componente. Os valores obtidos para o desvio apresentados nas tabelas abaixo representam valores absolutos.

Deste modo, foram seguidos os métodos propostos por (Morettin & Bussab, 2010) para a realização de um teste de hipóteses, conhecendo a média e o desvio-padrão da população. Primeiramente foi necessário estabelecer uma hipótese nula (H_0), geralmente, a hipótese que se pretende confirmar, e uma hipótese alternativa (H_1). De seguida, foi definido o teste estatístico a utilizar para testar H_0 . Após esta etapa, foi definida a probabilidade α de cometer um erro do tipo I, isto é, a rejeição da H_0 quando esta foi, de facto verdadeira, e utilizar esse valor para construir a região crítica. Seguidamente, foram utilizadas as observações da amostra para calcular o valor da estatística de teste. Por fim, se o valor da estatística calculada com os dados da amostra não pertencer à região crítica, não rejeitar H_0 . Caso contrário, H_0 deve ser rejeitada.

Por conseguinte, a região crítica será conforme apresentado na figura 22.

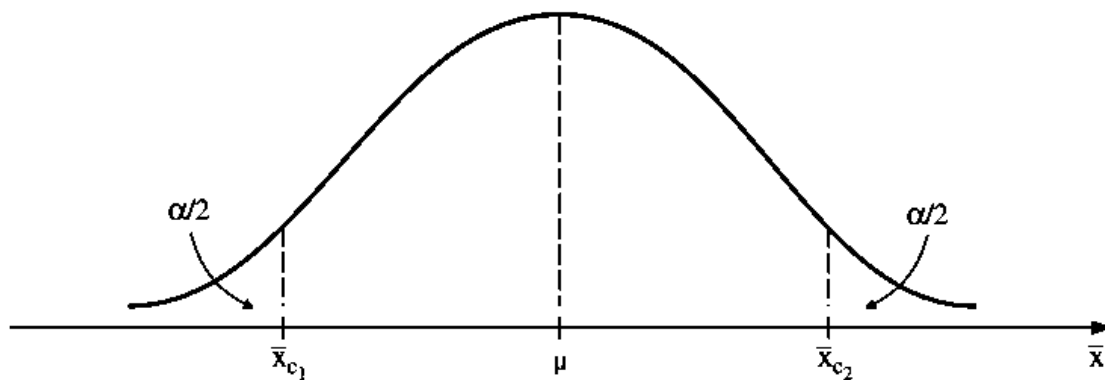


Figura 22. Região crítica para o teste $H_0: \mu = \mu_0$ vs $H_1: \mu \neq \mu_0$ (adaptado de Morettin & Bussab, 2010)

Como:

$$Z_1 = \frac{\bar{X}_{c1} - \mu}{\sigma} \Rightarrow \bar{X}_{c1} = Z_1 \times \sigma + \mu$$

$$Z_2 = \frac{\bar{X}_{c2} - \mu}{\sigma} \Rightarrow \bar{X}_{c2} = Z_2 \times \sigma + \mu$$

Deste modo, a Região Crítica irá ser:

$$RC = \{\bar{X} \in \mathbb{R} \mid \bar{X} \leq \bar{X}_{c1} \text{ ou } \bar{X} \geq \bar{X}_{c2}\}.$$

Tendo em consideração que a população $N=52$ artigos, foi definido como Intervalo de Confiança 95%. Desta forma, $\alpha=5\%$.

Para todos os componentes, com a utilização das fórmulas, o objetivo foi obter um valor igual, ou pelo menos semelhante ao valor dimensional a utilizar no pneu final. Assim, foi definida como $H_0: \mu = 0$ e $H_1: \mu \neq 0$. Como se trata de um teste bilateral, para obter o

valor de Z, foi necessário considerar $\frac{\alpha}{2} = 2,5\%$. Assim, consultando a tabela da distribuição normal, no **Anexo F**, verificamos que $Z_1 = -1,96$ e $Z_2 = 1,96$.

Com relação ao *Innerliner*, não estava a ser utilizada nenhuma fórmula *standard* para o cálculo do seu comprimento, sendo, assim, utilizadas referências e a experiência dos engenheiros de desenvolvimento na definição desta dimensão.

Tabela 2. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para o *Innerliner*

Análise Comparativa	
Desvio entre o Valor Calculado e o Valor Utilizado	Peso Percentual
0	50%
10	50%

Tal como se verifica na tabela 2, esta fórmula vai de encontro às pretensões do departamento. Neste caso, para metade dos artigos, o valor calculado possui uma relação de igualdade com o valor realmente utilizado. Para além disso, nos casos em que existem desvios, os mesmos correspondem a pequenas ordens de grandeza, não sendo, assim, considerados problemáticos.

Com relação ao teste de hipóteses, neste caso $X \sim 52 (5, 25)$, então $\bar{X}_{C1} = -9,8$ e $\bar{X}_{C2} = 9,8$. Deste modo, $RC = \{\bar{X} \in \mathbb{R} \mid \bar{X} \leq -9,8 \text{ ou } \bar{X} \geq 9,8\}$. Como $\bar{X} = 5$ e este valor se encontra fora da RC, neste caso, H_0 foi aceite em detrimento de H_1 . A fórmula foi considerada válida pelo teste de hipóteses.

De semelhante modo foi executado para os restantes componentes. Em relação às *Body Plies*, estas também eram calculadas com base em referências e na experiência do desenvolvedor, tal como no componente anterior. No entanto, neste caso foi desenvolvida uma fórmula de raiz.

Tabela 3. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para as *Body Plies*

Análise Comparativa	
Desvio entre o Valor Calculado e o Valor Utilizado	Peso Percentual
0	63%
10	31%
20	4%
30	2%

Como se pode verificar na tabela 3, apesar de existirem desvios com valores considerados relevantes, ou seja, maiores do que 10 mm, o facto da percentagem de casos em que o desvio foi nulo ser grande, acrescido do facto de muito poucos artigos apresentarem um desvio considerável, a fórmula foi considerada válida pela equipa do departamento.

Considerando o teste de hipóteses, nesta situação $X \sim 52 (4,42, 43,56)$, então $\bar{X}_{C1} = -12,94$ e $\bar{X}_{C2} = 12,94$. Deste modo, $RC = \{\bar{X} \in \mathbb{R} \mid \bar{X} \leq -12,94 \text{ ou } \bar{X} \geq 12,94\}$. Como $\bar{X} = 4,42$ e este valor se encontra fora da RC, neste caso, H_0 foi aceite em prejuízo de H_1 . A fórmula foi validada pelo teste de hipóteses.

De seguida, foi analisada a *Rubber Strip Width*. Para o cálculo do posicionamento deste componente foi utilizada uma fórmula previamente definida. Por outro lado, o *step* deste foi alterado de 5 mm para 10 mm, com o objetivo de redução de complexidade. Assim, esta alteração vai originar uma modificação no posicionamento de 27 artigos produzidos pela marca.

Em relação ao *Combined Profile*, foi disposta uma fórmula existente para o cálculo da sua dimensão. Por outro lado, foi definida uma nova fórmula para o cálculo do posicionamento deste e definidos *clusters* para a dimensão da viragem do mesmo.

Tabela 4. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para o *Combined Profile*

Análise Comparativa	
Desvio entre o Valor Calculado e o Valor Utilizado	Peso Percentual
0	88%
1	4%
2	2%
3	2%
5	2%
6	2%

No caso deste componente, este não possui qualquer *step*, ou seja, não é feita qualquer aproximação ao resultado calculado através da fórmula definida, devido da necessidade de obtenção de uma dimensão exata para a posição deste. Assim, não foram encontrados desvios de relevo em relação ao valor obtido através da fórmula e o valor realmente utilizado para a produção do pneu. Para além disso, a esmagadora maioria dos artigos possuem um desvio nulo, pelo que a fórmula foi considerada válida pela equipa do departamento.

Aplicando o teste de hipóteses a este caso $X \sim 52 (0,35, 1,35)$, então $\bar{X}_{C1} = -2,27$ e $\bar{X}_{C2} = 2,27$. Assim, $RC = \{\bar{X} \in \mathbb{R} \mid \bar{X} \leq -2,27 \text{ ou } \bar{X} \geq 2,27\}$. Como $\bar{X} = 0,35$ e este valor se

encontra fora da RC, neste caso, H_0 foi aceite em prejuízo de H_1 . A fórmula foi também validada pelo teste de hipóteses.

De seguida, o alvo foi reduzir o número de dimensões de viragem utilizadas. Para além disso, estes valores irão ser fundamentais para serem utilizados como *inputs* em cálculos dimensionais de outros componentes. Deste modo, foram utilizadas um total de 58 viragens diferentes pela companhia durante os processos de projeto de pneus radiais agrícolas. Após a definição de *clusters*, este número foi reduzido para 19. Assim, sempre que for desenvolvido um pneu com dimensão *standard*, o engenheiro de desenvolvimento tem ao seu dispor a informação relativa à dimensão de viragem que deverá ser utilizada ao invés de definir a mesma com base na experiência e em referências como era feito previamente.

Quanto ao componente *Tread*, a fórmula pré-existente foi adotada. Por outro lado, tal como para as restantes fórmulas previamente definidas, foi requerido verificar a adequabilidade da mesma.

Tabela 5. Análise Comparativa dos Resultados Obtidos para o *Tread*

Análise Comparativa	
Desvio entre o Valor Calculado e o Valor Utilizado	Peso Percentual
0	65%
10	19%
20	15%
70	2%

O valor de desvio igual a 70 registado na tabela 5 representa um artigo muito díspar dos demais por se tratar de uma série diferente, não sendo considerado significativo para o estudo. Por outro lado, apesar de 15% dos artigos abrangidos na amostra conterem um desvio correspondente a um valor absoluto igual a 20, esta fórmula foi considerada válida em reunião de equipa, pois, apesar deste fator, a esmagadora maioria da amostra contém um desvio nulo entre o valor calculado e o valor utilizado.

Aplicando o teste de hipóteses para este componente, $X \sim 52 (6,15, 135,26)$, então $\bar{X}_{C1} = -22,79$ e $\bar{X}_{C2} = 22,79$. Assim, $RC = \{\bar{X} \in IR \mid \bar{X} \leq -22,79 \text{ ou } \bar{X} \geq 22,79\}$. Como $\bar{X} = 6,15$ e este valor se encontra fora da RC, neste caso, H_0 foi aceite em detrimento de H_1 . A fórmula foi considerada válida pelo teste de hipóteses.

Por fim, como se pode verificar, todas as fórmulas desenvolvidas foram aceites tanto pela equipa afeta ao departamento, como pelos testes de hipóteses desenvolvidos. No entanto, haverá sempre desvios a considerar devido às alterações que é necessário efetuar na fase de projeto de um pneu radial agrícola. Por outro lado, devido da eficácia

das fórmulas desenvolvidas, estas foram consideradas consistentes e representam uma melhoria no processo. Para além disso, deste modo, vai ser possível a *standardização* dos *outputs* dimensionais do departamento.

5. DOCUMENTAÇÃO DE PROCESSOS

Atualmente, cada vez mais é consolidada a importância dos processos e da necessidade do conhecimento profundo dos mesmos por parte dos colaboradores, bem como atribuída a necessária atenção à transmissão de *know-how* dentro das organizações. Neste caso, como o projeto se desenvolve num departamento R&D, a importância destes fatores é acrescida. Neste tipo de departamentos, devido ao elevado grau de atuação e complexidade das funções desenvolvidas, a documentação de processos vai ser fulcral para o bom funcionamento do mesmo, bem como para a transmissão de conhecimento.

Tendo em conta que a principal função do departamento é o projeto de pneus radiais agrícolas, primeiramente, foi descrita a metodologia utilizada para a documentação dos processos necessários para o cumprimento desse objetivo. Seguidamente, foram elucidados os passos e estratégias adotados na transcrição de documentos previamente desenvolvidos em OneNote para o PowerPoint, bem como para o desenvolvimento de apresentações sobre o departamento e a sua equipa, para além de informação necessária que não se encontrava acessível à data do projeto. Para o desenvolvimento da documentação foram elaborados diagramas BPMN, sendo utilizados exemplos dos mesmos na fundamentação realizada ao logo deste capítulo. Para além disso, foram também recolhidas amostras de tempo referentes à duração de cada processo. Pretendia-se, deste modo, a inclusão dessa informação nas apresentações referentes a cada processo, com a finalidade de determinação da capacidade do departamento.

5.1. DOCUMENTAÇÃO DE PROCESSOS NECESSÁRIOS PARA O PROJETO DE UM PNEU RADIAL AGRÍCOLA

Neste subcapítulo foram descritas todas as etapas levadas a cabo, no departamento de R&D, para a obtenção dos resultados pretendidos relativamente à observação e documentação das tarefas que são necessárias efetuar para o projeto de um pneu radial agrícola.

Paralelamente à documentação de processos, foi efetuado o mapeamento dos mesmos. Para isso, seguindo o inquérito realizado por Harmon & Wolf (2016), foi escolhida BPMN como a ferramenta a utilizar. Assim, os procedimentos percorridos para a obtenção destes resultados foram apresentados seguindo os passos propostos para a implementação de BPM por Dumas *et al.* (2013), por se considerar que esta foi a

metodologia que mais se adequou com os objetivos pretendidos por parte do departamento.

Neste caso, trata-se de vários processos a serem tidos como alvo, apresentando, alguns destes, um elevado grau de atuação, podendo este variar consoante o que se pretende. Estes, foram previamente definidos e dados a conhecer primeiramente na entrevista e, posteriormente, e de forma mais pormenorizada, aquando do início do período do mesmo. Sendo também entregue uma lista em que constam estes objetivos. De seguida, foi exemplificada e detalhada a metodologia seguida no desenvolvimento da documentação necessária. Todas as diferenças entre os passos realizados na documentação deste processo utilizado como exemplo para os restantes foram indicadas.

Para a obtenção do resultado final foram sendo realizadas reuniões de acompanhamento ao longo do projeto, por forma a auxiliar e suportar o seu desenvolvimento. Nessas reuniões, foram, para além disso, validadas as apresentações por parte do gestor do projeto e discutidas sugestões e pontos de vista referentes ao modo de apresentação da informação, bem como indicados elementos em falta.

5.1.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO

A Identificação do Processo foi o primeiro passo e tem como objetivo principal a obtenção de conhecimento e a compreensão de cada um dos processos a ser alvo de estudo. Para além disso, foram clarificadas as relações entre eles, os seus limites, o ordenamento destes no fluxo de projeto de pneus agrícolas, bem como esclarecida a relevância e complexidade dos mesmos.

Então, os métodos adotados por cada um dos três engenheiros de desenvolvimento afetos a essa área na elaboração das suas tarefas foram observados. Durante este procedimento, pontos de vista foram discutidos e dúvidas esclarecidas. Tudo isto, com a finalidade de clarificar cada passo do processo e possibilitar a profunda compreensão do mesmo. Durante esta etapa, foram anotados num caderno todos os passos realizados por cada um dos colaboradores, bem como recolhidos *prints* dos passos tomados por cada um deles tendo em vista a análise dos processos na etapa seguinte. Por outro lado, em certos casos, os *prints* recolhidos foram também utilizados na documentação de processos, seja na descrição do processo em si, seja para acrescentar informação. Desta forma, foram, para além do mais, recolhidas todas as fontes de informação e ficheiros utilizados para cada fase do processo bem como os *softwares* necessários para a realização do mesmo.

Por outro lado, foi efetuado um levantamento das pessoas que necessitam de ser notificadas sobre o estado do processo.

5.1.2. DESCOBERTA DO PROCESSO

Concluída a fase da recolha de informação, esta, foi primeiramente documentada em Word. Nesta etapa, foi utilizado um documento diferente para o registo dos passos executados por cada engenheiro de desenvolvimento. De seguida, a informação foi relacionada com os *prints* retirados por estes durante o acompanhamento do processo, por forma a obter a representação mais completa e precisa possível. Neste estágio foram também esclarecidas dúvidas que foram surgindo relacionadas com o desenvolvimento dos processos.

Para além disso, foram desenvolvidos os primeiros modelos BPMN com base nas informações coletadas e que correspondem à representação do estado atual dos processos que foram alvo de acompanhamento e levantamento de informação. Sendo assim, vai ser possível a visualização de forma simplificada e completa de cada um dos processos e das tarefas realizadas durante a execução dos mesmos.

5.1.3. ANÁLISE DO PROCESSO

Nesta etapa, as informações coletadas anteriormente foram utilizadas. Para além disso, os modelos BPMN desenvolvidos previamente foram também consultados e estudados. Os passos realizados por cada um dos engenheiros foram comparados e alvo de estudo detalhado, tendo como objetivo a identificação das semelhanças e diferenças encontradas nos passos tomados por cada um deles. Permitindo, deste modo, esclarecer quais eram as atividades que agregam valor e quais podiam ser descartadas sem afetar o fluxo de valor do processo.

A análise realizada neste projeto serviu, de igual modo, para a compreensão de forma profunda de todos os processos, bem como de todas as fontes de informação utilizadas. Desta forma, foi possível documentar os mesmos da forma mais completa e detalhada possível.

Deste modo, nesta fase foram também desenvolvidos vídeos necessários para a documentação do processo a realizar na próxima etapa do ciclo. Estes, foram

desenvolvidos pelo *master* de cada processo, sendo, desta forma, assumido que essa é a melhor maneira de desenvolver o mesmo.

Por outro lado, a fase de medição dos tempos levados a cabo na realização de cada tarefa foi iniciada. Como foi referido anteriormente, esta tem como objetivo aferir a capacidade do departamento, sendo recolhida uma amostra de tempo junto de cada um dos engenheiros de desenvolvimento referente a cada um dos processos em análise.

5.1.4. REDESENHO DO PROCESSO

Neste estágio decorreu a documentação dos processos utilizando o PowerPoint. De semelhante modo, deu-se seguimento à recolha de tempos dos processos iniciada previamente. Idealmente, a recolha de tempos deveria ter sido finalizada na etapa anterior, no entanto como se tratam de processos que não foram executados diariamente por parte dos engenheiros afetos ao departamento, por vezes levava semanas ou meses para a repetição de um processo e, por forma a não atrasar a ordem de trabalho, seguiu-se para esta etapa.

Com a finalidade de documentação dos processos foram desenvolvidas apresentações que seguem uma estrutura previamente definida que pode ser verificada na seguinte figura.

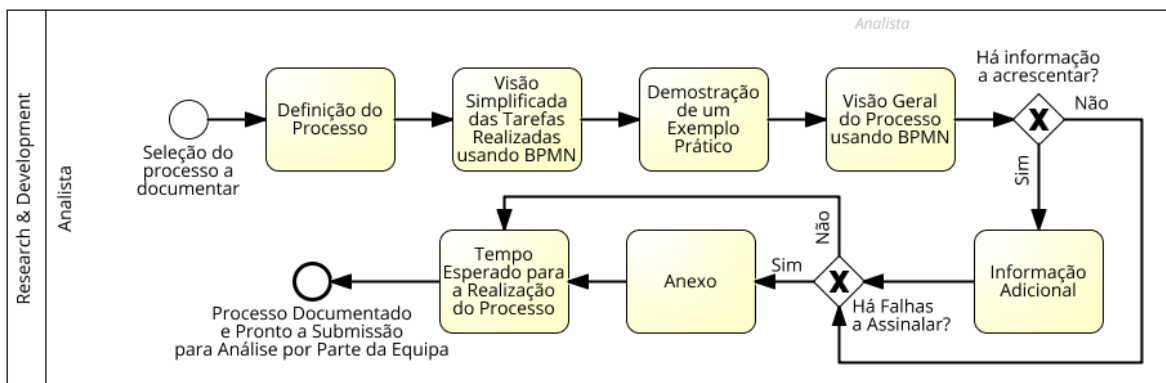


Figura 23. Estrutura das Apresentações Desenvolvidas

Primeiramente e de forma introdutória, após a capa da apresentação, foi escrita a definição do processo em estudo. Esta definição provém seja do conhecimento adquirido aquando da fase da revisão literária, seja do conhecimento passado pelos engenheiros de desenvolvimento aquando da observação da realização das tarefas por parte de cada um deles. De seguida, foi mostrada uma visão simplificada das tarefas realizadas. Esta tem como objetivo a aquisição de uma melhor perceção do motivo que leva à necessidade da

realização do processo, bem como o resultado do mesmo como no exemplo presente na figura 24. Nos processos mais complexos esta visão simplificada tem como objetivo expor a ordenação da sucessão de tarefas a realizar.

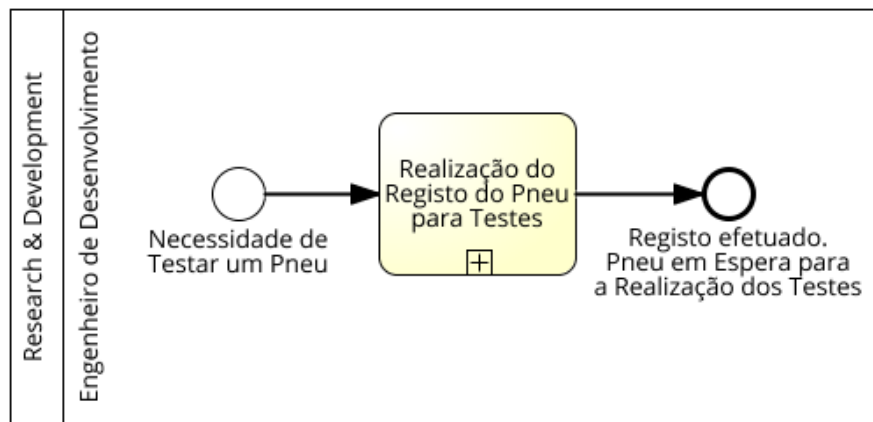


Figura 24. Visão Simplificada das Tarefas Realizadas, o seu Motivo de Origem e Resultados

De seguida, foi inserido um exemplo prático do processo em estudo. Este pode ser apresentado através de um vídeo previamente desenvolvido, ou através da utilização de *prints*. Nesta fase tentou-se maximizar a utilização de vídeos devido às vantagens inerentes à utilização dos mesmos, no entanto, por forma a conseguir avançar com o trabalho mais rapidamente e devido à falta de disponibilidade dos engenheiros de desenvolvimento para a elaboração dos mesmos, as apresentações dos processos mais simples foram efetuadas utilizando os *prints* recolhidos aquando da observação do processo.

Como foi referido anteriormente, os vídeos foram desenvolvidos pelo *master* de cada processo. Por outro lado, nos processos documentados utilizando *prints*, o objetivo foi documentar os mesmos da forma mais simples e completa de executar. Para isso, foi utilizada como base a análise comparativa feita anteriormente e procurada a melhoraria do modo de conciliar todos os conhecimentos e formas de execução passadas pelos engenheiros de desenvolvimento.

Após esta etapa, foi desenvolvido um modelo usando notação BPM, devido às vantagens relativas à utilização desta e em especial o facto de nos permitir uma visão simplificada de cada processo. Nos processos documentados utilizando vídeos, a notação

reflete a forma como o processo foi desenvolvido no vídeo, enquanto que a documentação utilizando *prints* BPMN segue também a sucessão de tarefas utilizada no exemplo prático.

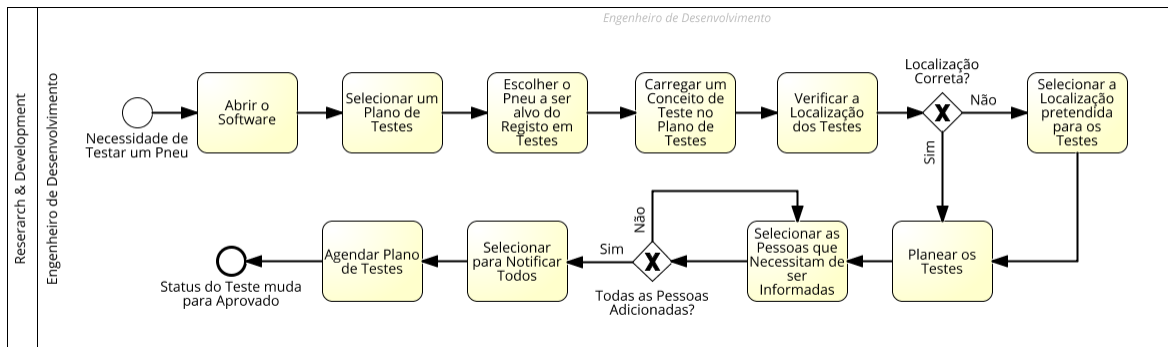


Figura 25. Visão Geral do Processo

Nestes modelos cujo objetivo foi a apresentação de uma visão geral do processo, foram apenas utilizados os elementos principais do BPMN, por forma a não sobrecarregar o modelo. Este fator foi derivado do facto, de se pretender uma visão simplificada do processo que permita esclarecer dúvidas que possam não ter sido clarificadas no exemplo prático e, no caso dos processos documentados utilizando vídeos, não ser necessário percorrer novamente o vídeo na procura do momento que suscitou a dúvida. Deste modo, não foram utilizados artefactos ou objetos de dados nas versões BPMN do processo. Para além disso, pretendem-se obter apresentações que representem o processo de forma facilmente compreensível e clara, livre de informações que não acrescentem valor. Por conseguinte, informação adicional necessária para a realização dos processos vai ser adicionada na secção com o mesmo nome, por forma a não sobrecarregar visualmente tanto o exemplo prático como a visão geral do processo em BPMN. Este segmento da apresentação nem sempre foi utilizado, sendo-o apenas quando foi necessário adicionar informação. Como por exemplo, nomes de ficheiros, nomes de bases de dados e a sua localização e, principalmente no caso dos vídeos, acrescentar informação importante para o processo que não tinha sido referida anteriormente.

Por outro lado, o fragmento das apresentações destinado aos anexos não foi, de igual modo obrigatório, sendo esta parte utilizada para acrescentar informações relacionadas com desvios recorrentes que, por diversas vezes ocorrem nos *softwares* utilizados.

Em relação ao tempo esperado, uma amostra do tempo necessário para a realização de cada processo foi recolhida junto de cada um dos engenheiros de desenvolvimento. Sendo, para isso, necessário acompanhar novamente os mesmos a elaborar cada um dos processos. Por outro lado, como alguns dos processos em estudo possuem elevado grau de atuação, o que gera grandes desvios no tempo despendido para

o seu desenvolvimento, foi também discutido o tempo mínimo e o tempo máximo para a realização dos mesmos. Deste modo, seguidamente foi feita a média dos tempos registados. Assim, nos processos mais simples e com baixo grau de atuação foi apenas apresentada a média dos tempos recolhidos. Por outro lado, nos processos com maior grau de complexidade e de atuação associada, para além da média dos tempos registados, foi também apresentado o intervalo de tempo no qual o processo deve ser desenvolvido, ou seja, os tempos mínimo e máximo para a realização do processo.

De seguida, as apresentações elaboradas foram alvo de análise por parte da equipa que deu o seu *feedback* e sugestões sobre as mesmas, sendo estas alvo de estudo e, em determinados casos, adotadas.

5.1.5. IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO

Após o desenvolvimento de toda a documentação requerida, o passo seguinte é a implementação da mesma. Todas as apresentações foram alvo de análise e, em certos casos, debate e melhoria na fase anterior, pelo que estas se encontram prontas para serem implementadas, ou seja, dispostas para consulta, na atividade diária do departamento.

Este passo não foi executado durante o período do projeto, sendo o ciclo de vida BPM adotado para o desenvolvimento da documentação e modelação dos processos, interrompido no final da fase de redesenho do processo.

5.1.6. MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DO PROCESSO

Concluídas todas as etapas anteriores e, estando os processos alvo de estudo a serem utilizados na atividade diária do departamento, dados relevantes são coletados e analisados. Tornando, desta forma, possível determinar o desempenho dos mesmos e aferir se os resultados do projeto estão a seguir os objetivos previamente definidos.

Como se trata de um departamento de R&D, os processos executados diariamente são constantemente alvo de análise e melhoria, pelo que poderá ser necessária a atualização da forma como se executa determinado processo ou processos.

5.2. TRANSCRIÇÃO DE FICHEIROS EM ONENOTE PARA POWERPOINT

Nesta fase foram transcritos ficheiros previamente elaborados em OneNote para o PowerPoint devido às vantagens inerentes à utilização deste último. Para além disso, foram desenvolvidos modelos BPMN, de modo a apresentar a mesma informação de forma mais concisa.

Estes ficheiros estão relacionados com o fluxo de trabalho para o desenvolvimento de um pneu radial agrícola, apresentando e descrevendo, desta forma, as etapas que são necessárias percorrer na obtenção do produto final.

Primeiramente, foi desenvolvida uma apresentação introdutória. O objetivo desta apresentação foi exibir as cinco etapas que necessitam de ser executadas, bem como indicar localizações de outros ficheiros relativos a formações na mesma área. Nesta etapa foi desenvolvido um diagrama BPMN exibindo as cinco fases existentes no fluxo de projeto adotado pela companhia.

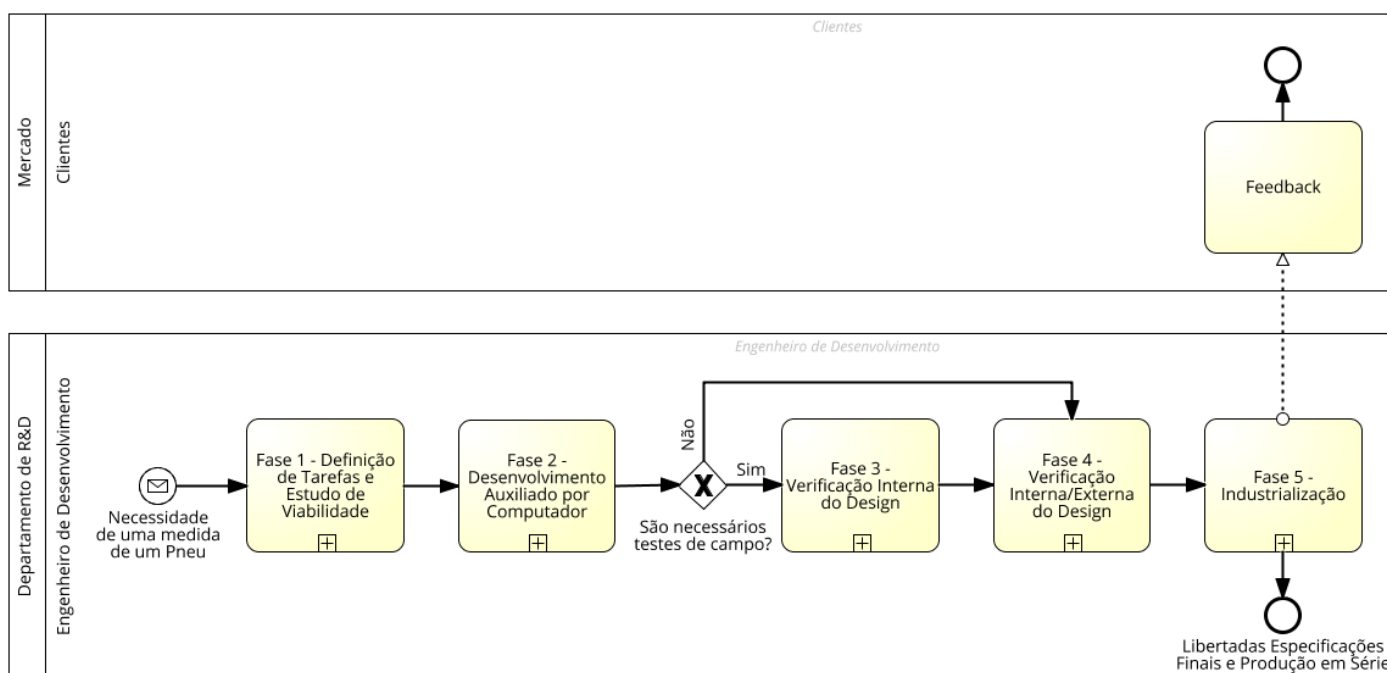


Figura 26. Fases do Fluxo de Projeto de um Pneu Radial Agrícola

Em conformidade com o diagrama desenvolvido e apresentado na figura 26, o fluxo de projeto de um pneu radial agrícola começa com a necessidade de uma nova dimensão de pneu por parte do mercado. Este pedido é recebido pelo departamento de R&D que, em primeiro lugar, realiza a definição de tarefas e um estudo de viabilidade, seguido do desenvolvimento auxiliado por computador. Caso sejam necessários testes de campo, a fase de verificação interna do design será realizada, caso contrário o fluxo de desenvolvimento passa para a fase de verificação interna/externa do design. Concluídas

estas etapas, dá-se a industrialização, cujo resultado é a libertação das especificações finais do produto e a produção em série do mesmo. Desta forma, o produto vai estar disponível no mercado que, irá dar o seu *feedback* sobre ele.

De seguida, foram desenvolvidas apresentações focalizando cada fase do processo em particular. Nas apresentações foi seguida uma estrutura pré-definida.



Figura 27. Estrutura Utilizada nas Apresentações

Primeiramente, foi indicado o motivo que desencadeia o início dessa fase e apresentado um esquema em síntese da mesma. De seguida, foram indicadas todas as informações disponíveis aquando do início do desenvolvimento dessa etapa. Para além disso, foram indicadas quais dessas informações vão ser necessárias utilizar nesta fase do processo, como essas devem ser utilizadas e quais devem ser os resultados obtidos. Concluída a explanação destas etapas, foi apresentada informação adicional referente à localização de ficheiros necessários e apresentado o fluxo relativo a essa etapa no formato BPMN.

No **Anexo A**, pode-se verificar um exemplo dos diagramas BPMN utilizados para a documentação de cada fase, neste caso, refere-se à fase 1 do fluxo de projeto de um pneu radial agrícola. Neste exemplo, esta etapa vai ser desencadeada pelo pedido do produto por parte do mercado. De seguida, são executadas as atividades indicadas, sendo, algumas delas, opcionais. Estas, não possuem ordem previamente definida, sendo apenas necessário que as mesmas sejam terminadas para esta fase se dar por concluída.

5.3. DOCUMENTAÇÃO DE APRESENTAÇÃO DO DEPARTAMENTO E INFORMAÇÃO NECESSÁRIA

Nesta fase do projeto, foram desenvolvidos documentos referentes a vários tópicos de interesse do departamento. Entre os quais, uma apresentação sobre o departamento e a sua equipa, uma apresentação sobre a agricultura e pneus agrícolas, e por fim, foi tido como alvo a documentação de todos os passos que necessitam de ser realizados aquando da chegada de um novo colaborador, seja este um estagiário, seja um funcionário a tempo inteiro. Para isso, foram recolhidas informações junto dos colaboradores do departamento, bem como dos diferentes departamentos que necessitam de ser envolvidos no processo. Estas informações foram documentadas em PowerPoint, sendo também desenvolvidos

modelos BPMN sobre as mesmas. Como pode ser verificado no exemplo presente no **Anexo B**.

5.4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como referido anteriormente, o ciclo BPM adotado para a documentação de processos foi interrompido na fase de redesenho do processo. Deste modo, foram realizados questionários junto dos colaboradores do departamento, por forma a aferir a satisfação dos mesmos relativamente aos resultados apresentados nesta vertente do projeto. Assim, este questionário foi realizado sob anonimato, na tentativa de obter os resultados mais fidedignos possíveis. Sendo utilizada uma escala de 1 a 5, em que 1 representa o nível menos positivo e 5 o nível mais positivo. As respostas ao questionário podem ser verificadas nos **Anexos C, D e E**.

Na execução deste projeto foram efetuadas reuniões de acompanhamento, por forma a verificar o estado do trabalho desenvolvido. Deste modo, essas reuniões foram fundamentais para que os objetivos relativos a esta fase do projeto fossem atingidos. Para além disso, foram fundamentais para certificar a qualidade das apresentações e garantir que a informação presente nestas esteja o mais completa possível. Por conseguinte, as reuniões foram um importante fator para a avaliação do desempenho ao longo do projeto.

Determinados processos que foram acompanhados e alvo de estudo possuem elevado grau de atuação, isto é, o número de tarefas que é necessário realizar para a conclusão destes possui elevada oscilação. Pois, existem processos que podem variar entre os 30 minutos e as 4 horas, alternando conforme o que é requerido realizar. Deste modo, determinados pormenores que possuem menor taxa de realização podem não ter sido observados e documentados devido ao baixo número de observações de cada procedimento.

Quanto aos vídeos desenvolvidos, como foi referido previamente, estes foram elaborados pelo *master* de cada processo, considerando-se, assim, que essa forma de executar o processo é o modo mais eficiente de o fazer. No entanto, inicialmente deveria ter sido realizada uma reunião com todos os engenheiros de desenvolvimento que executam os processos em estudo, por forma a definir o modo de realização de cada processo em particular. Assim, as etapas realizadas por cada um seriam discutidas e seria obtida a melhor maneira de executar essa tarefa. Por fim, os vídeos referentes a cada processo iriam ter como base a sequência de etapas anteriormente discutida. Por outro lado, devido à falta de disponibilidade dos engenheiros de desenvolvimento para a

elaboração dos vídeos requeridos para a documentação dos processos, alguns processos foram documentados recorrendo a *prints*, contrariamente ao que era pretendido inicialmente.

No que à medição de tempos diz respeito, foi apenas registada uma amostra do tempo necessário para concluir cada processo junto de cada um dos engenheiros de desenvolvimento. O objetivo pretendido com a realização deste processo era a definição da capacidade do departamento, no entanto o número de amostras recolhidas foi muito reduzido. Este facto é agravado se o grau de atuação dos processos for tido em conta. Assim, com a obtenção de um número alargado de amostras, para além da obtenção de um tempo médio mais preciso, seria possível aferir o tempo máximo e mínimo de cada processo de forma exata, contrariamente ao ocorrido neste projeto em que estes valores advém da experiência dos engenheiros de desenvolvimento.

Embora os diagramas BPMN desenvolvidos satisfaçam as pretensões da organização, nestes, foram apenas utilizados os elementos principais desta notação. Não sendo, por isso, utilizados artefactos ou objetos de dados, de modo a não sobrecarregar visualmente as apresentações, como referido anteriormente.

Por outro lado, um dos focos do projeto era a eliminação de atividades que não acrescentem valor, no entanto, por se tratar de processos executados em softwares informáticos com, praticamente inexistente variabilidade de opções para o seu desenvolvimento, não foram encontradas melhorias de relevo a aplicar.

Por fim, todas as apresentações elaboradas foram alvo de análise por parte da equipa que deu o seu *feedback* e sugestões sobre as mesmas, sendo estas alvo de estudo e, em determinados casos, adotadas.

Como obstáculos, podem ser considerados, os diferentes graus de atuação dos processos em estudo e o facto de existirem processos executados com menor frequência, o que torna o acompanhamento dos mesmos mais difícil.

Por fim, tendo em conta as respostas aos questionários obtidas por parte dos colaboradores do departamento, conclui-se que os objetivos propostos inicialmente com relação à documentação de processos foram alcançados. Para além disso, estes consideraram ainda que o trabalho desenvolvido representa uma melhoria para o funcionamento do departamento.

6. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E TRABALHO FUTURO

O aumento de competitividade que se tem vindo a verificar no meio industrial, origina, conseqüentemente, a necessidade de aumento do nível de serviço fornecido aos clientes. Este fator leva a que as empresas se foquem na busca por melhorias, por forma a procurarem a diferenciação das demais companhias.

Desta forma, para a elaboração do documento foram aplicados conceitos e metodologias, de modo a percorrer um caminho em busca da *standardização* e melhoria de processos fundamentais para o trabalho desenvolvido num departamento de R&D. Assim, o departamento pretende a aproximação dos *outputs* produzidos pelo mesmo.

Este projeto foi dividido em duas partes principais. Deste modo, primeiramente foi considerada a elaboração de um *Guideline*. Assim, em primeira instância, foi realizada uma recolha de informação. Deste modo, foi possível aferir a forma como as variáveis estavam a ser definidas no projeto de pneu radiais agrícolas. Neste ponto, foram considerados pneus já produzidos pela marca, bem como pneus em fase experimental, por forma a reunir o máximo de informação possível acerca de todas as particularidades a considerar. Seguidamente, esses dados foram alvo de estudo e análise com o objetivo de definir constantes e regras a seguir pelo departamento.

Para a elaboração deste ficheiro foi utilizado o Excel e um *Layout* definido inicialmente foi seguido. Assim, primeiramente, foram expostos os materiais disponíveis para utilização, bem como indicados quais se encontram libertos e quais estão em fase de testes. De seguida, foram apresentadas as normas a seguir relativamente a cada componente. Após a realização dos dois tópicos anteriores, foi inserida uma ilustração relativa ao componente em questão. Por se tratar de um ficheiro cujo objetivo foi conter todas as informações necessárias para o projeto de um pneu agrícola, foram inseridas as fórmulas de cálculo a utilizar para a estimativa dimensional de cada elemento. Deste modo, foram revistas as fórmulas existentes e estabelecidas novas, seja nos casos em que não estava a ser utilizado nenhum procedimento *standard* para o cálculo, seja nos casos em que a fórmula utilizada previamente se encontrava desatualizada ou não cumpria as pretensões do departamento. Desta forma, foram apresentadas Macros com base na fórmula anteriormente apresentada, de modo a facilitar o cálculo dimensional. Assim, com a finalidade de validar as fórmulas elaboradas para documentação, para além de reuniões com a equipa afeta ao departamento foram realizados testes de hipóteses. Por fim, foram documentadas as exceções às normas e regras estabelecidas. Para além disso, foram desenvolvidos trabalhos adicionais, sugeridos nas reuniões de acompanhamento relativamente a cada componente.

Previamente, como suporte ao projeto de pneus radiais agrícolas era utilizado um ficheiro que se encontra desatualizado e que não continha toda a informação necessária para o desenvolvimento do processo. Para além disso, este ficheiro continha outros desvios. Deste modo, os engenheiros de desenvolvimento necessitavam de se socorrer da experiência acumulada, bem como da utilização de referências semelhantes ao artigo a desenvolver. Sendo, para além disso, realizadas reuniões em determinados casos para a definição de dimensões e materiais a aplicar. Após o desenvolvimento deste *Guideline* e determinadas normas e constantes a utilizar, o departamento vai possuir ao seu dispor um guia com todas as informações e fórmulas de cálculo necessárias para o projeto de um pneu radial agrícola, seja ao nível dos materiais a utilizar, seja a nível dimensional. Assim, com o suporte deste documento, será possibilitado que o projeto de pneus realizado pelo departamento, seja desenvolvimento de forma mais rápida e eficaz e com menor taxa de imperfeições associada ao processo.

Por outro lado, como este ficheiro tem como base informações relativas aos artigos desenvolvidos até ao momento, torna-se fundamental a atualização do mesmo sempre que novos artigos sejam desenvolvidos. Este fator tem especial incidência no caso de se tratar de artigos fora do *standard*. Deste modo, o documento irá estar preparado para responder às necessidades do departamento relativamente a novos artigos.

Em relação à documentação de processos essenciais para o projeto de pneus radiais agrícolas, devido à necessidade de adoção de uma metodologia que permita alcançar este objetivo utilizando ações bem definidas e estruturadas, foi seguido o ciclo de vida BPM proposto por (Dumas *et al.*, 2013). De facto, a aplicação deste ciclo revelou-se benéfica, na medida em que permitiu aumentar a perceção e o entendimento de cada fase do processo.

Esta fase do projeto abrangeu um período inicial de acompanhamento e visualização de cada um dos processos a documentar. Sendo, desta forma, possibilitado o melhor entendimento dos mesmos, fundamental para a fase de redesenho do processo. Durante este horizonte temporal o objetivo foi o entendimento e compreensão de cada um dos processos, sendo, para isso, esclarecidas todas as dúvidas e questões sobre os mesmos. Esta fase exigiu, para além disso, elevada disponibilidade dos engenheiros de desenvolvimento, de modo a possibilitarem o acompanhamento e visualização e, posteriormente, o esclarecimento de dúvidas.

Anteriormente, cada engenheiro de desenvolvimento contava com os seus guias para a execução dos processos necessários para o seu dia-a-dia e o *know-how* necessário para a realização destes constava apenas nos mesmos. Após o desenvolvimento da documentação, o departamento possui um guia uniformizado para cada processo que deve ser seguido, quer pelos colaboradores atuais do departamento, quer pelos novos

colaboradores. Para além disso, espera-se a redução do tempo necessário para a formação de novos colaboradores em relação ao tempo necessário no caso de inexistência destes documentos.

Da mesma forma, foi efetuada uma recolha de todas as fontes de informação e *softwares* necessários para o desenvolvimento de cada processo, bem como a sua localização, permitindo, assim, a redução do tempo necessário para a pesquisa dos mesmos.

Por forma a facilitar a perceção dos processos e a apresentar uma versão simplificada dos mesmos foi adotado *BPMN* como meio de modelação. Para além disso, esta ferramenta possibilita a identificação dos passos fundamentais para a execução da tarefa em causa, bem como dos passos que podem ser eliminados. Contudo, o ciclo de implementação da notação não foi concluído, sendo interrompido na fase de redesenho do processo.

Porém, existem alguns fatores a considerar visto que não foi possível terminar o ciclo de vida no período do projeto. Desta forma, a definição de testes e a análise do funcionamento da metodologia, bem como a sua implementação devem ser consideradas como trabalho futuro. Deste modo, irá ser possível identificar desvios, assim como pontos de melhoria. Por conseguinte, como se trata de processos em constante evolução, é importante a regular atualização dos procedimentos necessários para a realização dos mesmos. Para além disso, posteriormente, seria importante realizar uma análise de tempos mais profunda e com maior número de amostras recolhidas, por forma a obter uma estimativa de tempo mais precisa. Por outro lado, o desenvolvimento de vídeos referentes aos processos que foram documentados utilizando *prints* deve também ser considerado. Por fim, diagramas *BPMN* incluindo artefactos e objetos de dados poderão ser desenvolvidos como alternativa para a representação do processo.

Concluindo, tendo em conta as respostas dos colaboradores aos questionários desenvolvidos relativamente à documentação de processos, a validação das fórmulas elaboradas, para além do facto do *Guideline* desenvolvido ser de comum utilização por parte dos engenheiros afetos ao departamento, ainda antes de se encontrar finalizado, pode-se afirmar que os objetivos pretendidos no início do projeto foram cumpridos com sucesso.

Por outro lado, as reuniões de acompanhamento revelaram-se fundamentais para o desenrolar do projeto. Deste modo, foi possível obter o suporte necessário, bem como a validação da adequabilidade do mesmo em relação às necessidades do departamento.

Contudo, a evolução do trabalho desenvolvido não pode terminar com a sua implementação. É fundamental a sua atualização e melhoria contínua especialmente no caso do *Guideline* que, por se tratar de um guia muito específico, deverá acompanhar as

evoluções e melhorias operadas na forma como o projeto de pneus radiais agrícolas é processado.

Em jeito de conclusão, o desenvolvimento deste projeto tem como principal objetivo a estruturação da informação, bem como o foco na melhoria dos métodos de trabalho do departamento. Assim, a aplicação destas metodologias e ferramentas deve permitir com que este aumente os seus níveis de consistência, eficiência e eficácia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

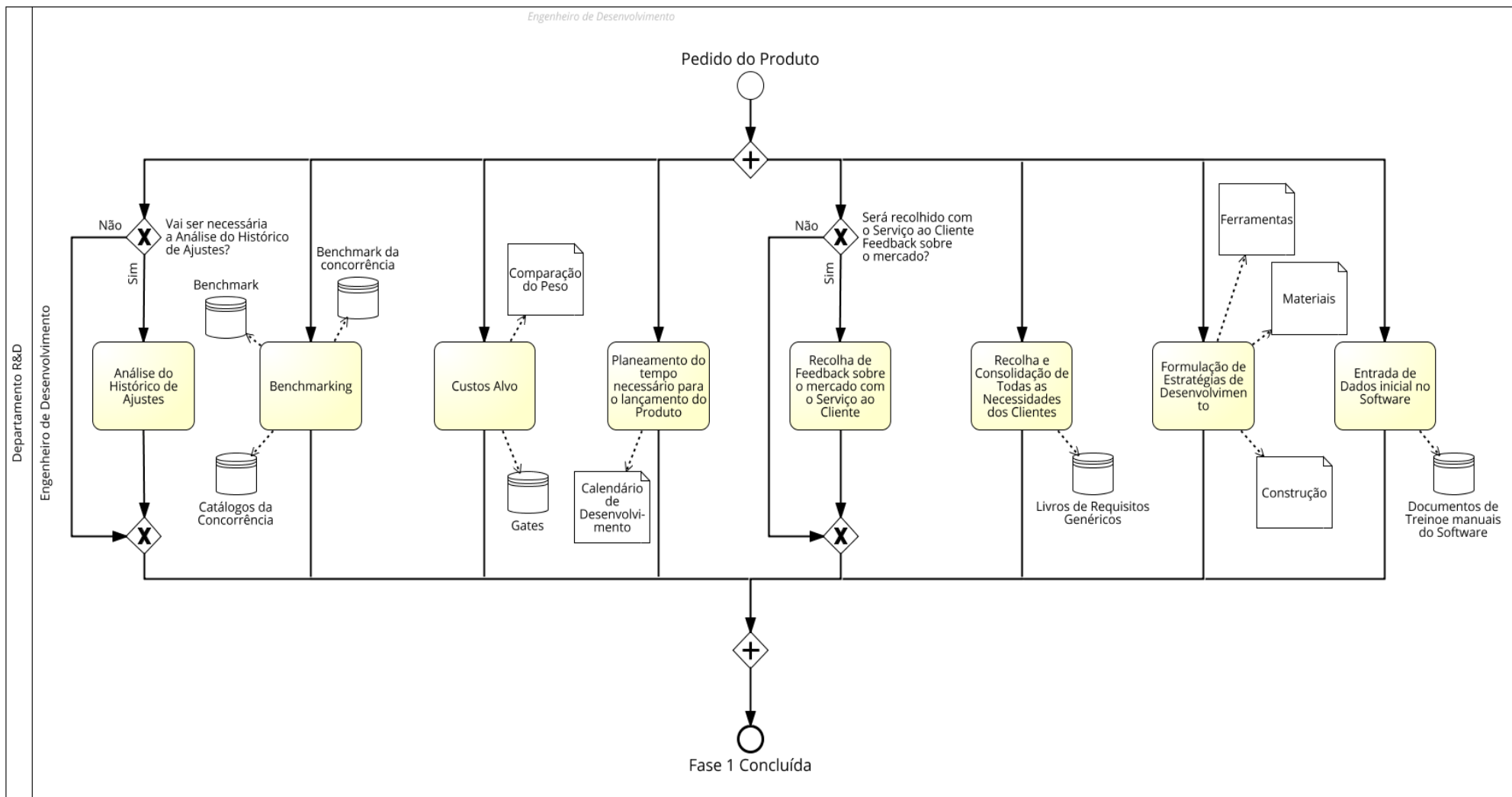
- Aguilar-Savén, R. S. (2004). Business process modelling: Review and framework. *Internacional Journal Production Economics*, 129–149.
- Alonso, G., Dadam, P., & Rosemann, M. (2007). *Business Process Management*. Brisbane, Austrália: Springer.
- Arevalo, C., Escalona, M. J., Ramos, I., & Domínguez-muñoz, M. (2016). A metamodel to integrate business processes time perspective in BPMN 2.0. *Information and Software Technology*, 17–33.
- Bender, S., & Fish, A. (2002). The transfer of knowledge and the retention of expertise: the continuing need for global assignments. *Journal of Knowledge Management*, 125–137.
- Bonnet, F., Decker, G., Dugan, L., Kurz, M., Misiak, Z., & Ringuette, S. (2014). Making BPMN a True lingua franca. *BPTrends*, 1–16.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1998). *The Unified Modeling Language User Guide (2nd ed.)*. Boston, Estados Unidos da América: Addison-Wesley.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). Computer Standards & Interfaces BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 124–134.
- Cockburn, A. (2002). *Agile Software Development*. Boston, Estados Unidos da América: Addison-Wesley.
- Continental Annual Report*. (2018).
- Continental Pneus. (2018). Retrieved November 16, 2018, from <https://www.continental-pneus.pt/ligeiros>
- Continental Portugal. (2018). Retrieved November 16, 2018, from <https://www.continental-corporation.com/pt-pt/>
- Correia, A., & Brito, F. (2012). Adding Preciseness to BPMN Models. *Procedia Technology*, 407–417.
- Cranefield, S., & Purvis, M. (1999). UML as an Ontology Modelling Language. *The Information Science Discussion Paper Series*, 1–10.
- Curtis, B., Kellner, M. I., & Over, J. (2007). Process Modeling. *Communications of the ACM*, 1–28.
- Davenport, T. H. (1993). *Reengineering Work through Information Technology*. Boston, Estados Unidos da América: Harvard Business School Press.
- Davenport, T. H. (2005). The Coming Commoditization of Processes. *Harvard Business Review*, 1–9.
- Dreiling, A., Rosemann, M., Aalst, W. M. P. Van Der, & Sadiq, W. (2008). From conceptual process models to running systems: A holistic approach for the configuration of

- enterprise system processes. *Decision Support Systems*, 189–207.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Berlim, Alemanha: Springer.
- Filho, A. C., Lopes, S., Storck, L., & Lúcio, A. D. (2012). *Testes Estatísticos Não-Paramétricos Na Pesquisa Agrícola*. Santa Maria, Brasil: Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal de Santa Maria.
- Forward, A., & Lethbridge, T. C. (2002). The Relevance of Software Documentation , Tools and Technologies: A Survey. *Proceedings of the 2002 ACM Symposium on Document Engineering*, 26–33.
- Geiger, M., Harrer, S., Lenhard, J., & Wirtz, G. (2017). BPMN 2.0: The state of support and implementation. *Future Generation Computer Systems*, 1–13.
- Giaglis, G. M. (2001). A Taxonomy of Business Process Modeling and Information Systems Modeling Techniques. *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 209–228.
- Harmon, P., & Wolf, C. (2016). The State of Business Process Management 2016. *BPTrends*, 1–50.
- Harrington, H. J. (1993). *Aperfeiçoando Processos Empresariais*. São Paulo, Brasil: Makron Books.
- Hsieh, A. T., Chou, C. H., & Chen, C. M. (2002). Job standardization and service quality: A closer look at the application of total quality management to the public sector. *Total Quality Management*, 899–912.
- Jaffe, A., & Economic, M. (2014). Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms ' Patents , Profits and Market Value. *The American Economic Review*, 984–1001.
- Jang, Y., & Lee, J. (1998). Factors influencing the success of management consulting projects. *International Journal of Project Management*, 67–72.
- Kalpic, B., & Bernus, P. (2002). Business process modelling in industry - the powerful tool in enterprise management. *Computers in Industry*, 299–318.
- Karlsson, C., & Ahlstrom, P. (1996). The Difficult Path to Lean Product Development. *Journal of Product Innovation Management*, 284–295.
- Korherr, B., & List, B. (2007). *Extending The EPC And The BPMN With Business Process Goals and Performance Measures*. Viena, Austria.
- Kruskal, J. B., Reedy, A., Pascal, L., Boiselle, P. M., & Rosen, M. P. (2012). Lean Approach to Improving Perfor - mance and Efficiency in a Radiology. *Quality Initiatives*, 573–587.
- Lach, S., & Schankerman, M. (1989). Dynamics of R&D and Investment in the Scientific Sector. *The Journal of Political Economy*, 880–904.
- Levy, M. (2013). Knowledge retention: minimizing organizational business loss. *Journal of*

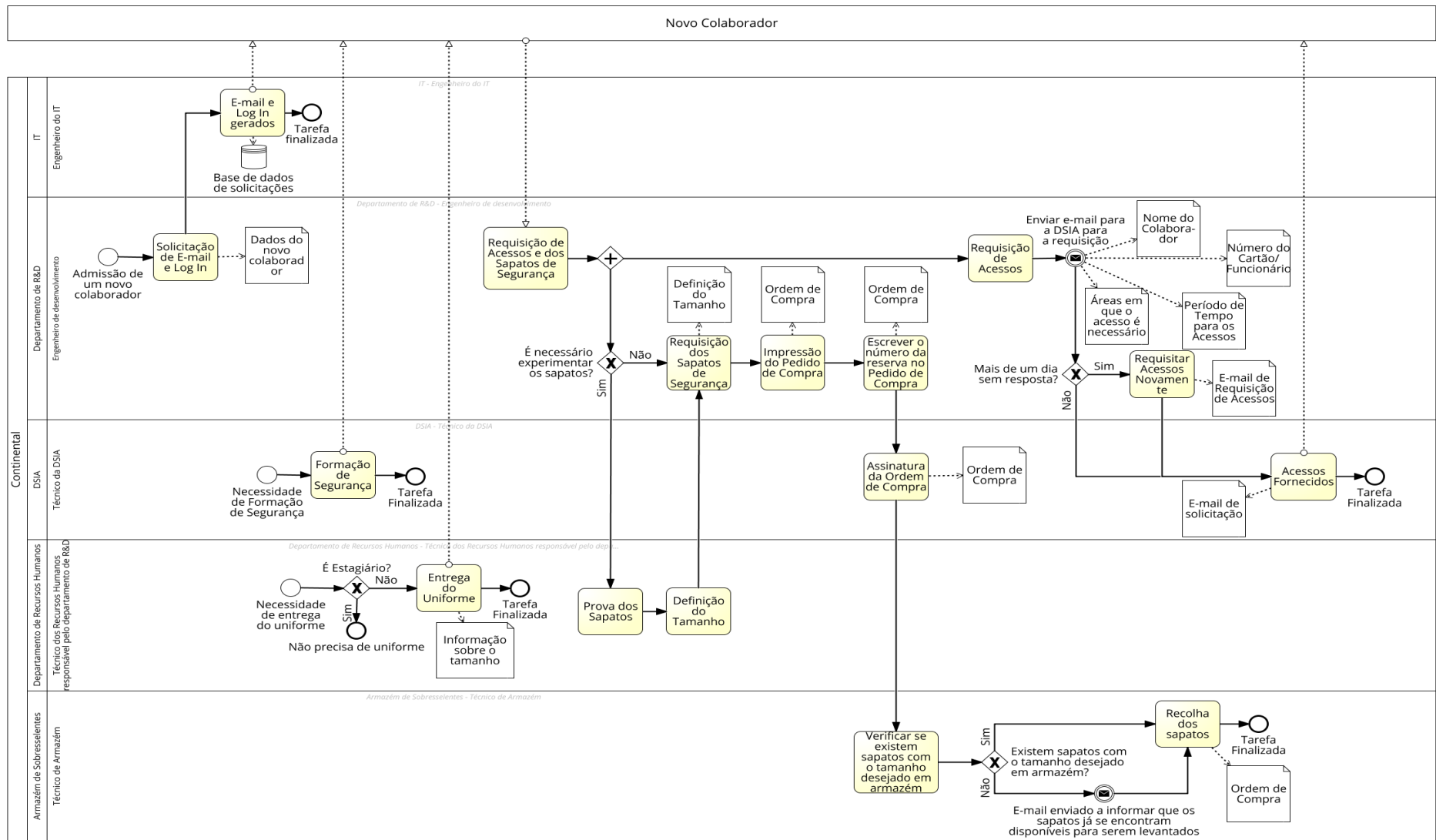
- Knowledge Management*, 582–600.
- Liebowitz, J. (2008). *Knowledge Retention - Strategies and Solutions*. Boca Raton, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Nova Yorke, Estados Unidos da América: McGraw-Hill.
- Marsh, S. J., & Stock, G. N. (2006). Creating Dynamic Capability: The Role of Intertemporal Integration, Knowledge Retention, and Interpretation. *The Journal of Product Innovation Management*, 422–436.
- Martins, E. C., & Meyer, H. W. J. (2014). Organizational and behavioral factors that influence knowledge retention. *Journal of Knowledge Management*, 77–96.
- Medvidovic, N., Rosenblum, D. S., Redmiles, D. F., & Robbins, J. E. (2002). Modeling Software Architectures in the Unified Modeling Language. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 2–57.
- Melton, T. (2005). What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 662–673.
- Mendingling, J. (2007). *Detection and Prediction of Errors in EPC Business Process Models*. Viena, Austria.
- Mendingling, J., Neumann, G., & Nuttgens, M. (2005). Towards Workflow Pattern Support of Event-Driven Process Chains (EPC). *XML4BPM*, 23–37.
- Mendingling, J., Reijers, H. A., & van der Aalst, W. M. P. (2010). Seven process modeling guidelines (7PMG). *Information and Software Technology*, 127–136.
- Miotti, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 1–19.
- Morettin, P. A., & Bussab, W. de O. (2010). *Estatística Básica (6th ed.)*. São Paulo, Brasil: Editora Saraiva.
- Neves, R. (2018). Continental Mabor com lucros de 212 milhões e vendas de 878 milhões em 2017. Retrieved January 7, 2018, from <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/industria/detalhe/continental-mabor-com-lucros-de-212-milhoes-e-vendas-de-878-milhoes-em-2017>
- Neves, R. (2019). Continental Mabor vai investir 100 milhões e criar mais de 100 empregos em Famalicão. Retrieved June 20, 2019, from <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/industria/detalhe/continental-mabor-vai-investir-100-milhoes-e-criar-mais-de-100-empregos-em-famalicao>
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage - Creating and Sustaining Superior Performance*. Nova Yorke, Estados Unidos da América: The Free Press.
- Porter, M., & Siggelkow, N. (1993). Contextuality Within Activity Systems and Sustainability of Competitive Advantage. *Academy of Management Perspectives*, 34–56.

- Renzl, B. (2008). Trust in management and knowledge sharing : The mediating effects of fear and knowledge documentation. *The International Journal of Management Science*, 206–220.
- Revista FLF. (2016). Retrieved October 31, 2018, from <http://www.flfrevista.pt/2016/07/continental-investe-524-milhoes-de-euros-em-portugal-na-producao-de-pneus-agricolas/>
- Rigby, D., & Zook, C. (2002). Open-market innovation. *Harvard Business Review*, 1–4.
- Roeder, A., & Tibken, B. (2005). A methodology for modeling inter-company supply chains and for evaluating a method of integrated product and process documentation. *European Journal of Operational Research*, 1010–1029.
- Roy, R., Low, M., & Waller, J. (2007). Documentation , standardization and improvement of the construction process in house building. *Construction Management and Economics*, 57–67.
- Smith, H., & Fingar, P. (2003). *Business Process Management: The Third Wave*. Tampa, Estados Unidos da América: Meghan-Kiffer Press.
- Ungan, M. C. (2006). Standardization through process documentation. *Business Process Management Journal*, 135–148.
- van der Aalst, W. M. P. (2004). Lectures on Concurrency and Petri Nets. *Lectures on Concurrency and Petri Nets*, 1–65.
- van der Aalst, W. M. P., Hofstede, A. ter, & Weske, M. (2003). *Business Process Management*. Eindhoven, Holanda: Springer.
- van der Aalst, W. M. P., Reijers, H. A., Weijters, A. J. M. M., van Dongen, B. F., Alves de Medeiros, A. K., Song, M., & Verbeek, H. M. W. (2007). Business process mining: An industrial application. *Information Systems*, 713–732.
- Weske, M. (2012). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures (2nd ed.)*. Berlim, Alemanha: Springer.
- White, S. A. (2004). Introduction to BPMN. *BPTrends*, 1–11.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation (2nd ed.)*. Nova Yorke, Estados Unidos da América: Simon & Schuster.
- Wuollenweber, K., Koenig, W., Beimborn, D., & Weitzel, T. (2008). The Impact of Process Standardization on Business Process Outsourcing Success. *Information Systems Frontiers*, 527–548.
- Zack, M. H. (1998). Managing Codified Knowledge. *Sloan Management Review*, 45–58.
- Zairi, M. (1997). Business process management: a boundaryless approach to modern competitiveness. *Business Process Management Journal*, 64–80.

ANEXOS



Anexo A. Diagrama BPMN referente à fase 1 do fluxo do projeto de um pneu radial agrícola



Anexo B. Fluxo de Entrada de um novo Colaborador

Questionário de Avaliação da Satisfação dos Colaboradores do Departamento de R&D relativamente à Documentação de Processos

Este questionário tem como objetivo avaliar o grau de satisfação dos colaboradores do departamento de R&D em relação ao trabalho desenvolvido relativamente à documentação de processos. A sua colaboração é fundamental sendo o anonimato garantido.

Para cada uma das seguintes afirmações avalie o seu nível de satisfação assinalando com uma cruz. Considerando 1 o nível menos positivo e 5 o nível mais positivo.

	1	2	3	4	5
Enquadramento com as necessidades do departamento					X
Melhoria do funcionamento do departamento				X	
Importância para a prática profissional diária				X	
Estrutura das apresentações					X
Clareza das informações				X	
Conteúdo apresentado				X	

Questionário de Avaliação da Satisfação dos Colaboradores do Departamento de R&D relativamente à Documentação de Processos

Este questionário tem como objetivo avaliar o grau de satisfação dos colaboradores do departamento de R&D em relação ao trabalho desenvolvido relativamente à documentação de processos. A sua colaboração é fundamental sendo o anonimato garantido.

Para cada uma das seguintes afirmações avalie o seu nível de satisfação assinalando com uma cruz. Considerando 1 o nível menos positivo e 5 o nível mais positivo.

	1	2	3	4	5
Enquadramento com as necessidades do departamento					X
Melhoria do funcionamento do departamento				X	
Importância para a prática profissional diária			X		
Estrutura das apresentações					X
Clareza das informações					X
Conteúdo apresentado					X

Anexo D. Questionário de Avaliação da Satisfação dos Colaborador do Departamento de R&D relativamente à Documentação de Processos Realizada – Resposta 2

Questionário de Avaliação da Satisfação dos Colaboradores do Departamento de R&D relativamente à Documentação de Processos

Este questionário tem como objetivo avaliar o grau de satisfação dos colaboradores do departamento de R&D em relação ao trabalho desenvolvido relativamente à documentação de processos. A sua colaboração é fundamental sendo o anonimato garantido.

Para cada uma das seguintes afirmações avalie o seu nível de satisfação assinalando com uma cruz. Considerando 1 o nível menos positivo e 5 o nível mais positivo.

	1	2	3	4	5
Enquadramento com as necessidades do departamento					X
Melhoria do funcionamento do departamento				X	
Importância para a prática profissional diária				X	
Estrutura das apresentações				X	
Clareza das informações				X	
Conteúdo apresentado				X	

Tabela 6. Probabilidades $P[Z \geq z] = \alpha$, referente à distribuição normal padrão

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
0,4	0,3446	0,3409	0,3382	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
1,4	0,0808	0,0795	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002

Anexo F. Tabela da probabilidades $P[Z \geq z] = \alpha$, referente à distribuição normal padrão (Filho, Lopes, Storck, & Lúcio, 2012)