



ESTUDO DA METODOLOGIA DE PROCESSO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DO PRODUTO

DIOGO ALBERTO GONÇALVES COSTA

novembro de 2020

ESTUDO DA METODOLOGIA DE PROCESSO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DO PRODUTO

Diogo Alberto Gonçalves da Costa
1170336

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

ESTUDO DA METODOLOGIA DE PROCESSO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DO PRODUTO

Diogo Alberto Gonçalves da Costa
1170336

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Engenheiro Paulo Ávila.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

José Carlos Vieira de Sá

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Paulo António da Silva Ávila

Professor Coordenador, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Co-orientador

Alzira Maria Teixeira da Mota

Professor Adjunto, Departamento de Matemática, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Leonor Teixeira

Professor Associado, Departamento de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

À empresa Leica, por toda a disponibilidade, auxílio e acompanhamento ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Ao Engenheiro Paulo Ávila, por ter aceito ser meu orientador, pelo auxílio e disponibilidade que demonstrou ao longo deste projeto.

À Engenheira Alzira Teixeira Mota, pelo rápido feedback, ajuda e pelas sugestões de melhoria.

Aos meus pais, pelas palavras de incentivo e motivação ao longo destes anos.

Ao meu irmão, por estar sempre do meu lado em todas as etapas da minha vida, demonstrando sempre grande apoio.

À minha namorada, por toda a paciência e apoio ao longo destes anos, pelas palavras certas nos momentos mais complicados.

Aos meus amigos e colegas do MEM, pelos anos maravilhosos de companheirismo, experiências partilhadas e grandes aventuras vividas.

PALAVRAS CHAVE

BPMN, BPM, IDEF0, Fluxograma, Engenharia Concorrente, Modelação de Processos, Design aberto

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido na empresa Leica – aparelhos óticos de precisão (LCP), que é produtora de componentes óticos, mecânicos e eletrônicos com finalidade a produtos como câmaras, objetivas, binóculos, miras, etc.

Incorporando o departamento de investigação e desenvolvimento, departamento este com grande proximidade à produção e montagem, foram reunidos assim os requisitos favoráveis ao desenvolvimento de produtos com potenciais benefícios para a produção e cliente.

Este estudo surge da necessidade de criar um processo de industrialização de Special Series, proveniente da uma função antes executada em LCW.

Para isso, foram analisadas novas metodologias de projetos dos produtos, estudada a importância de padronização e normalização de um projeto, aplicada a engenharia concorrente e analisadas algumas metodologias para aplicação de processos, como os fluxogramas, IDEF0 e BPMN.

Inicialmente foi desenvolvido um fluxograma do processo atual e posteriormente feita uma nova proposta do processo de industrialização do produto SS.

A metodologia selecionada foi o BMPN, pois fornece uma notação científica de fácil compreensão para todos os utilizadores, é flexível, de fácil expansão, possui uma simbologia comum e é um processo simples e que facilita a comunicação entre departamentos.

Este novo processo tornou-se uma mais valia para a empresa, pois permitiu reduzir os tempos de industrialização de um produto, reduzir falhas durante a realização do produto, redução nos problemas na qualidade, maior clareza e estabilidade no processo e principalmente ter um processo parametrizado e conhecido em toda a empresa.

KEYWORDS

BPMN, BPM, IDEF0, Flow Chart, Concurrent Engineering, Process Modeling, Open design

ABSTRACT

The present study was developed at Leica - optical precision devices (LCP), which is a producer of optical, mechanical, and electronic components for products such as cameras, lenses, binoculars, sights, etc.

Incorporating the research and development department, which is very close to production and assembly, the requirements for the development of products with potential benefits for production and customers were thus met.

This study arises from the need to create a Special Series industrialization process, originating from a function previously performed in LCW.

To this end, new product design methodologies were analyzed, the importance of standardization and standardization of a project was studied, concurrent engineering was applied and some methodologies for process application, such as flowcharts, IDEF0 and BPMN, were analyzed.

Initially a flowchart of the current process was developed and then a new proposal of the process of industrialization of the SS product was made.

The methodology selected was BMPN, as it provides a scientific notation that is easy to understand for all users, is flexible, easy to expand, has a common symbology and is a simple process that facilitates communication between departments.

This new process has become an added value for the company, as it has reduced the industrialisation times of a product, reduced failures during product realisation, reduced quality problems, greater clarity and stability in the process and, above all, has a parameterised process known throughout the company.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

<Termo>	<Designação>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
BPM	<i>Business Process Modeling</i>
BPMI	<i>Business Process Management Institute</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
CMMN	<i>Case Management Model and Notation</i>
EC	Engenharia Concorrente
I4PMM	Método de Modelação de Processo da Indústria 4.0
IDEFO	<i>Function Modeling Method</i>
LCP	Leica Camera Portugal
LCW	Leica Camera Wetzlar
MPIMM	Metamodelo de informação do processo de produção
OMG	<i>Object Management Group</i>
PME	Pequenas e Médias Empresas
PSS	<i>Product-Service System</i>
RdM	<i>Redistributed Manufacturing</i>
SADT	<i>Strutured Analysis and Design Technique</i>
SAP	<i>System Applications and Products in Data Processing</i>
SS	<i>Special Series</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<Termo>	<Designação>
BPM	Atividade que representa processos de uma empresa, para que o processo possa ser analisado e aperfeiçoado.
BPMN	Metodologia de gestão de processos de negócio criada para uniformizar a forma como as empresas fazem a modelação de processos.
CMMN	Representação gráfica usada para capturar métodos de trabalho, baseados no tratamento de casos que exigem várias atividades.
IDEFO	Metodologia de modelação de funções para descrever processos de fabrico ou atividades, que oferece uma linguagem de modelação funcional para análise, desenvolvimento, reengenharia e integração de sistemas de informação, processos de negócio ou análise de engenharia software.
MPIMM	Define as informações e os relacionamentos de processos, operações, recursos utilizados e produtos fabricados no planeamento do processo produtivo.
PSS	Modelos de negócio que fornecem entrega de produtos e serviços.
RdM	Tecnologia, sistemas e estratégias que alteram a economia e a organização da produção.
SADT	Metodologia de engenharia de sistemas que utiliza a linguagem de modelação de processos para descrever sistemas como uma hierarquia de funções.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - LEICA PORTUGAL, SEDIADA EM LOUSADO[4]	29
FIGURA 2 - ORGANOGRAMA EMPRESA LEICA	31
FIGURA 3 - ORGANOGRAMA EQUIPA SS	32
FIGURA 4 - SEIS FASES DO MÉTODO BPM	43
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DE PROCESSO	45
FIGURA 6 - EXEMPLO DE DIAGRAMA IDEFO [41]	46
FIGURA 7 - PROCESSO DO MERCADO DE RECURSOS DE ENSINO USANDO O MÉTODO IDEFO [43]	47
FIGURA 8 - ELEMENTOS DA MODELAÇÃO BPMN	50
FIGURA 9 - PROCESSO EMPRESARIAL USANDO O MÉTODO BPMN	51
FIGURA 10 - FLUXOGRAMA ATUAL PROCESSO SS	55
FIGURA 11 – EVOLUÇÃO DO FLUXOGRAMA INICIAL	57
FIGURA 12 - PROCESSO ATUAL SS EM BPMN	58
FIGURA 13 - CABEÇALHO DO PROCESSO SS	59
FIGURA 14 - PRIMEIRA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	59
FIGURA 15 - SEGUNDA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	60
FIGURA 16 - TERCEIRA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	60
FIGURA 17 - QUARTA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	61
FIGURA 18 - QUINTA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	61
FIGURA 19 - SEXTA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	62
FIGURA 20 - SÉTIMA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	62
FIGURA 21 - OITAVA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	62
FIGURA 22 - NONA ATIVIDADE DO PROCESSO SS	62
FIGURA 23 - FLUXOGRAMA COM A PROPOSTA DO NOVO PROCESSO	64
FIGURA 24 - PROPOSTA DE NOVO PROCESSO SS EM BPMN	65
FIGURA 25 - MENU DO DOCUMENTO SS	67
FIGURA 26 - ABA "M-LENSES"	68
FIGURA 27 - ABA "SPECIAL EDITIONS"	69
FIGURA 28 - ABA "SURFACE"	70
FIGURA 29 - ABA "AUXILIARY MATERIALS"	71
FIGURA 30 - ABA "PAINTS"	72
FIGURA 31 - ABA "TASTKNOPF / ORIENTATION KNOB"	72
FIGURA 32 - DOCUMENTO "PROJECT HOURS CALCULATION"	73
FIGURA 33 – DOCUMENTO "PLANO DE AÇÃO"	73
FIGURA 34 – EXEMPLO DE UM RELATÓRIO DA QUALIDADE DE TESTES	74
FIGURA 35 – EXEMPLO DE UM PLANEAMENTO EM MS PROJECT	75
FIGURA 36 – EXEMPLO DE UM DOCUMENTO "BILL OF MATERIALS"	75
FIGURA 37 – EXEMPLO DE UMA CHECKLIST	76
FIGURA 38 – EXEMPLO DE UMA PÁGINA NO CONFLUENCE	77
FIGURA 39 - EXEMPLO DE UM PLANO DE CONTROLO	77

FIGURA 40 – EXEMPLO DE UM RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE PEÇAS	78
FIGURA 41 – EXEMPLO DE DOCUMENTO COM NÚMEROS DE SÉRIE	78
FIGURA 42 - EXEMPLO DE UMA INSTRUÇÃO DE TRABALHO	79
FIGURA 43 - EXEMPLO DE UM RELATÓRIO DE QUALIDADE E TECNOLOGIA	80

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - SIMBOLOGIA DO FLUXOGRAMA (ADAPTADO [38])	45
TABELA 2 - SIMBOLOGIA DO BPMN (ADAPTADO [49], [51], [53])	49

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Contextualização ao mercado	25
1.2	Objetivos	26
1.3	Metodologias de Investigação	26
2	ENQUADRAMENTO TRABALHO	29
2.1	Apresentação da empresa	29
2.2	Apresentação do problema.....	32
3	ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	37
3.1	Novas Metodologias de projetos dos produtos.....	37
3.2	Engenharia Concorrente	40
3.3	Importância da padronização num projeto	42
3.4	Ferramentas para modelar processos	43
3.4.1	Fluxogramas	44
3.4.2	IDEFO.....	46
3.4.3	BPMN.....	49
4	DESENVOLVIMENTO	55
4.1	Especificação atual do processo do projeto do produto	55
4.2	Análise do processo atual	59
4.3	Proposta do novo processo do projeto do produto	63
4.4	Validação parcial durante a implementação do novo processo do projeto do produto.....	66
4.5	Implementação do novo processo do projeto do produto.....	67
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	83
5.1	Conclusões	83
5.2	Proposta de trabalhos futuros	84

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO..... 87

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização ao mercado
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologias de Investigação

1 INTRODUÇÃO

Na primeira parte do trabalho, serão descritos os objetivos do trabalho, as metodologias de investigação aplicadas na execução do trabalho assim como feita uma breve contextualização ao mercado onde foi desenvolvido o trabalho.

1.1 Contextualização ao mercado

O mercado da Metalomecânica e da Metalúrgica é um dos mais representativos a nível nacional e é caracterizado por ser um setor de elevada exportação e competitividade, o que demonstra uma grande diversidade e qualidade nos produtos desenvolvidos por este tipo de indústria [1].

Os grandes desafios deste tipo de indústria são fatores como o meio ambiente, o elevado consumo de energia, a inovação e tecnologia e a falta de mão-de-obra qualificada.

No que diz respeito ao meio ambiente, é um setor bastante poluente, tendo como matéria-prima principal o “metal”, matéria-prima que por si só já apresenta elevado nível de poluição [2].

Relativamente ao consumo de energia, este é bastante elevado, devido ao uso constante de energia dispensado nas máquinas, apesar do investimento em eficiência energética e em sistemas de ar comprimido, que proporcionam uma redução de custos e aumento de competitividade.

A competitividade a nível nacional e internacional neste setor é feito sobretudo através da tecnologia e inovação constante, seja ela melhoria de processos ou redução de custos, temas abordados diariamente nos processos de melhoria continua.

Para manter esta competitividade é fundamental saber o custo do produto produzido, quanto de energia foi contabilizado no preço final, quanto de material foi solicitado, quais foram os refugos associados e o desempenho dos operadores.

Este é outro fator desafiante neste setor, pois existe falta de obra qualificada, tanto a nível técnico como a nível de chão de fábrica, devido à constante evolução do mercado [3].

1.2 Objetivos

Com este trabalho pretende-se implementar e melhorar o processo de industrialização de Special Series (SS) na empresa de acolhimento.

A fase de implementação, provém da criação de um posto de trabalho em Leica Camera Portugal (LCP), proveniente de Leica Camera Wetzlar (LCW), na qual foi necessário aplicar um processo estável e fiável para desenvolvimento e industrialização de SS entre LCP e LCW.

Na fase de melhoria, pretendeu-se evoluir/desenvolver o processo e criar condições para o seu bom funcionamento, tornando-o claro e objetivo, reduzindo tempos execução, e na qual resulta-se um processo mais eficiente.

1.3 Metodologias de Investigação

Na realização deste trabalho vão ser utilizadas metodologias ou ferramentas, como o *open design*, a Engenharia Concorrente, o *Design for Manufacturing and Assembly*, o *Design for Maintenance*, o *Design for lifecycle*, as ferramentas de modulação como o BPMN, o IDEF0 e os fluxogramas, para servir de auxílio à aplicação da metodologia que traz maior interesse ao processo da empresa, de forma a tirar o máximo rendimento e ajudar na melhor estabilidade e eficácia na implementação e melhoria do processo, para a resolução dos objetivos propostos.

ENQUADRAMENTO TRABALHO

- 2.1 Apresentação da empresa
- 2.2 Apresentação do problema

2 ENQUADRAMENTO TRABALHO

Na segunda parte do trabalho, será feita uma breve apresentação da empresa onde o estágio foi desenvolvido assim como será feita uma breve contextualização ao tipo de problema encontrado.

2.1 Apresentação da empresa

O trabalho apresentado, foi desenvolvido na empresa Leica - Aparelhos óticos de precisão (Figura 1 - Leica Portugal, sediada em Lousado), no departamento de Investigação e Desenvolvimento na área de Engenharia Industrial.



Figura 1 - Leica Portugal, sediada em Lousado[4]

O estágio decorreu entre 1 de outubro de 2019 a 1 de abril de 2020, sob a orientação do Engenheiro Industrial Pedro André Silva.

A Leica é uma empresa internacional de segmento premium de câmaras e produtos de ótica desportiva.

A marca lendária Leica baseia-se numa longa tradição de excelência na construção de lentes e dispositivos óticos, e na atualidade, em combinação com a tecnologia inovadora, os produtos Leica continuam a garantir melhores fotos em todas as situações nos mundos da visualização e perceção. Os produtos inovadores têm sido nos últimos anos, a força motriz por trás do desenvolvimento positivo da empresa [5].

O nome “Leica” é sinónimo de engenharia alemã no seu melhor. A empresa tem como ideal a cultura de ver. Esta desenvolve instrumentos inovadores que oferecem uma experiência única aos seus utilizadores. A Leica construiu uma história sólida focada na perceção visual do mundo que nos rodeia. Como resultado, apresenta uma série de câmaras e objetivas de renome e uma excelente variedade de óticas de desporto, incluindo equipamentos de grande abertura, binóculos *rangefinder* a laser e miras de elevada performance [6].

O crescimento da Leica, S.A. foi acontecendo na sequência do aumento programado da gama de produtos: de uma produção inicial de algumas peças mecânicas e óticas, foi-se evoluindo até à produção e montagem de câmaras fotográficas, binóculos e outros artigos de observação, objetivas e miras telescópicas.

Grande parte dos componentes óticos e mecânicos destes produtos são obtidos nas respetivas secções da empresa, a partir de matéria-prima adquirida em fornecedores especializados.

Desde sempre com uma grande preocupação pela Qualidade-objetivo primordial a prosseguir- a Leica, S.A. é uma empresa certificada desde março de 1997, cumprindo atualmente os requisitos da Norma ISO 9001.

Ciente da sua responsabilidade social, tem atualmente implementado um Sistema de Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde do Trabalho segundo as normas ISO 14001 e OHSAS 18001.

Com o objetivo de melhoria continua, a empresa transmite que é crucial que desde o primeiro momento retenha a ideia de que se deve “fazer bem à primeira”.

Orientando o seu desempenho para esta finalidade, a empresa procura cumprir a missão de valorizar o prestígio da marca Leica e satisfazer as elevadas expectativas dos seus clientes [7].

Esta empresa divide-se em duas grandes unidades fabris, LCP e LCW, como pode ser consultado na Figura 2 - Organograma empresa Leica.

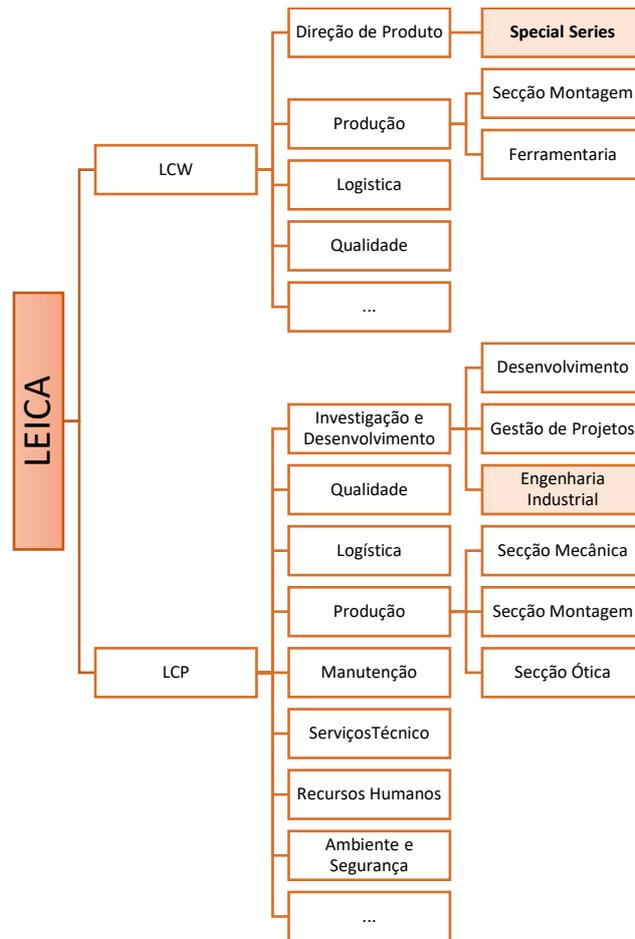


Figura 2 - Organograma empresa Leica

Na unidade de LCW situam-se as SS, da qual fazem parte colaboradores de LCW e LCP. A equipa das SS, é composta por um grupo de colaboradores como apresentado na Figura 3 - Organograma equipa SS, que dão suporte em todas as áreas necessárias para que seja possível a realização do projeto e obtenção do produto no mercado, e dentro desta equipa, desempenhei a função de Industrializador da Objetiva.



Figura 3 - Organograma equipa SS

2.2 Apresentação do problema

O problema apresentado pela empresa consistiu na necessidade de implementação/criação e melhoria de um processo estável e fiável, para o desenvolvimento de SS entre a empresa em LCW e LCP.

O Engenheiro Industrial responsável por executar esta função, tem a seu cargo o dever de analisar a especificação inicial enviada pelos responsáveis do produto em LCW, e começar a estruturar e testar a informação que contém na especificação (é feito um pré-desenvolvimento), para verificar a viabilidade do projeto pretendido.

De seguida começa a simular em 3D o produto que o cliente pretende, e nesta fase já começa a pensar como irá ser feito o processo para este produto em desenvolvimento.

Durante esta fase já são feitos alguns testes, nomeadamente testes relativos a tratamentos de superfície, aderências e resistência de material, e também são desenvolvidos mecanismos, se necessário.

Depois de aprovados os testes e feita a simulação, inicia-se a criação de desenhos 2D através do 3D obtido, e a liberação dos mesmos para a produção. É necessário também desenvolver as instruções de trabalho, para que o operador possa saber como executar a sua tarefa da melhor maneira.

Após todos os documentos de apoio serem criados e liberados, o industrializador começa a planear o projeto, nomeadamente a realização de protótipos e série do produto, de acordo com o prazo estipulado pelo cliente.

É também nesta fase que o industrializador cria uma lista técnica no software SAP, para que sejam criadas ordens e encomendas para o projeto.

Quando tudo estiver encomendado, é então necessária a criação de protótipos do produto, e é feito um acompanhamento na produção para verificar a estabilidade e viabilidade do processo. Após a realização dos protótipos, estes são enviados para LCW e aprovados pela qualidade e pelo responsável de projeto, e posteriormente pelo cliente.

Depois do abá-lo por parte do cliente, é iniciada a produção em série do produto, que posteriormente irá ser embalado e entregue ao cliente.

Estas eram as funções desempenhadas pelo Industrializador da Objetiva, que por vezes tinham os seus entraves e problemas, que surgiram devido à falta de um processo estável e devido à juvenilidade da função em LCP.

Os principais problemas encontrados foram:

- Não estar parametrizado o processo dos projetos do produto SS;
- Dentro das gamas existentes do produto, saber ou não o que é possível fazer em cada uma;
- Perceber que produtos já foram efetuados em cada gama (neste caso SS e não produtos de série);
- Falta de documentação ao longo do processo, tanto para servir de auxílio na tomada de decisões como para transpor informação para outros departamentos;
- Aprovação e produção de novos tratamentos de superfície;
- A constituição da equipa ser maioritariamente feita por pessoas de LCW, o que por vezes, não fluía informação para LCP como deveria, e desta forma propor uma ferramenta onde seja possível colocar toda a informação do projeto visível para toda a equipa.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

- 3.1 Novas Metodologias de projetos dos produtos
- 3.2 Engenharia Concorrente
- 3.3 Importância padronização de um projeto
- 3.4 Ferramentas para modelar processos

3 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Na terceira parte do trabalho, será feito o enquadramento teórico ao trabalho, e vão ser tratados temas como a Engenharia Concorrente (EC), novas metodologias de projetos dos produtos, importância da padronização ou normalização de um projeto e serão apresentadas algumas ferramentas para descrição e resolução de problemas.

3.1 Novas Metodologias de projetos dos produtos

A dinâmica imposta pelo mercado e pelos clientes, exige uma grande flexibilidade e cria a necessidade de ser dominador em vários aspectos, como a procura do sucesso de um produto num determinado tempo.

Para o desenvolvimento de um produto é necessário ter em conta as principais etapas, segundo R.Vargas [8] elas são:

- Planeamento do produto – definição do projeto, do produto e estudo de viabilidade
- Projeto do produto – documentação, testes, elaboração de protótipos, embalagens e liberações do produto
- Realização do produto – processo de produção, equipamentos e ferramentas, materiais, validação ou aprovação.

Segundo Löbach [9], o designer ao iniciar um projeto, obedece a um processo de adaptação ao ambiente e às necessidades do cliente.

Para Bonsiepe [10], um projeto de produto divide-se na problematização, seguida pela análise do processo, definição do problema, anteprojecto ou geração de alternativas, avaliação do projeto, realização e análise final.

Já para o alemão Bürdek [11], o projeto do produto é estabelecido através da compreensão e definição do problema, recolha de informação, análise da informação adquirida, desenvolvimento de alternativas, avaliação dessas alternativas e teste ou avaliação.

Dadas as circunstâncias de necessidade de adaptação ao mercado, foram surgindo novas metodologias associadas ao projeto dos produtos, como o *open design*, *design for manufacturing*, *design for maintenance*, *design for cycle*, entre outras.

Open Design

O termo *design* é sempre utilizado quando se inicia um projeto, e este tem vários significados para diferentes autores.

O primeiro significado, expressa o campo do *design* como um todo de uma maneira muito geral, como o autor afirma “*design* é importante para a competitividade nacional”.

No segundo significado, a palavra *design* significa ação ou pensamento envolvido no ato de projetar.

O terceiro significado, e o mais usado, *design* significa uma intenção ou plano para um novo produto, onde *design* é uma forma colaborativa de produzir e onde todos os intervenientes dão a sua opinião, desde os designers aos envolvidos no processo produtivo. Nestes termos são abrangidos arquivos CAD, projetos assistidos por computador, planos, documentações e instruções de trabalho.

Por último, o quarto significado é quando *design* significa produto final.

Segundo o autor John Heskett [12], *design* é quando os *designers* projetam um *design* (desenho industrial) para produzir um produto.

A palavra *design* pode ser usada em vários termos, e para os autores J.Tooze et all [13], o *open design* tem os seguintes:

- Solução de *open design*: conjunto de planos e instruções que permite que outras pessoas usem as informações de *design* para fazer ou modificar a "solução de *design*".
- Contribuição de *open design*: qualquer contribuição, em qualquer formato, para um processo de *design* que é disponibilizado para uso de outras pessoas.
- Processo de *open design*: desenvolvimento de uma solução de *design* ou soluções que são criadas pela entrada de contribuições de *open design* na qual resulta em uma solução ou soluções de *open design*.
- *Open design*: comprometer-se no *design* de qualquer coisa através de um processo de *open design*.
- Projeto de *open design*: qualquer projeto que segue um processo de *open design*.

Segundo L.Cruickshank e P.Atkinson [14], *open design* é definido com a criação colaborativa de um produto via internet, por um grupo de indivíduos diferentes e desconhecidos.

O *open design* promove a partilha de conhecimentos entre designers profissionais e amadores, quebrando barreiras desnecessárias.

Quando *open design* é usado para o uso comum, e não para o ganho de capital ou lucro comercial, este permite a partilha de habilidades criativas entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento para o benefício da humanidade [15].

Design for Manufacturing

A metodologia DFMA (*Design For Manufacturing and Assembly*), composta pela técnica DFA (Design de Montagem) e DFM (Design para Manufatura), são técnicas fundamentais para o projeto dos produtos, produção e comercialização num curto período temporal.

O *Design For Manufacturing*, ou Design para Manufatura (DFM) é uma técnica focada na análise e seleção dos componentes que formarão um produto, estruturando o projeto e planeamento do processo de produção.

DFM tem como objetivo facilitar o desenvolvimento e reduzir ou eliminar custos. Além disso, tem uma montagem planeada e faz uma comparação de materiais e processos.

Cerca de 70% dos custos de produção (custo de materiais, produção e montagem) são determinados por decisões do projeto, da produção, do planeamento do processo ou seleção de máquina-ferramenta.

O *Design For Assembly* ou Design para Montagem (DFA) também procura a eficiência nos componentes selecionados, avaliando todo o produto e simplificando a estrutura do produto ao mesmo tempo que mantém o projeto flexível.

DFA tem como objetivo a consolidação de componentes, realizar a avaliação de todo o produto e efetuar uma revisão do projeto conceitual [16].

Design for Maintenance

O *Design for Maintenance*, ou *design* para a manutenção é uma técnica relacionada com a aquisição de um bom *design* que tenha em atenção a manutenção do equipamento e as ações de reparação ocorridas devido a falhas, ou seja dedica todo o esforço da manutenção com a finalidade de manter o produto em boas condições de produção [17].

Este termo tornou-se importante para as indústrias nos últimos anos, pois de forma a manter a competitividade, as empresas concentraram-se no custo total do ciclo de vida do produto, no investimento inicial e na renovação das instalações, de forma a diminuir os gastos com a manutenção que podem ao longo do processo adicionar um custo ao investimento inicial e desta forma tornar o produto final economicamente não viável [18].

Design for lifecycle

A *Metodologia Design For Adaptability* ou *design* para adaptação, é uma técnica baseada no ciclo de vida de um produto e na sua adaptação ao mercado, relativamente às mudanças nos critérios de desempenho do produto.

O ciclo de vida de um produto pode terminar por várias razões, desde o produto ser incapaz de se adaptar às mudanças, torna-se ineficiente devido à obsolescência da tecnologia, não cumpre as necessidades da moda, está danificado, por razões económicas, etc.

Este conceito tem em consideração a alteração dos índices de desempenho do produto, que pode ser baseado em considerações físicas, culturais, ambientais e económicas [19].

O *Design for Lifecycle* ou *design* do ciclo de vida, tem em consideração a qualidade do produto e a confiabilidade dependente do tempo. O custo do ciclo de vida inclui uma produção, uma inspeção e um custo variável esperado. Todos os custos dependem da qualidade e / ou confiabilidade [20].

3.2 Engenharia Concorrente

As constantes mudanças que se tem vindo a efetuar no mundo industrial nos últimos anos, a forte competição e a globalização económica faz com que as empresas sejam mais flexíveis e se adaptem rapidamente à realidade. Devido a essa competitividade as empresas sentiram a necessidade de reduzir o tempo no desenvolvimento dos produtos, de forma a introduzi-los mais rapidamente no mercado, de aumentar a qualidade e desempenho dos seus produtos, e reduzir custos. Essa abordagem é denominada de Engenharia Concorrente (EC).

O desenvolvimento dos produtos era essencialmente feito em série, onde a função dos vários departamentos era realizada individualmente, ou seja, os projetos eram desenvolvidos num dado departamento de projeto e eram colocados na produção, sem existir troca de informação entre departamentos.

O departamento de produção tinha a função de produzir o produto e adaptar o seu processo às restrições impostas pelo departamento de projeto.

A EC veio trazer vantagens como a troca de informação e dados sobre o produto com os vários departamentos da empresa, procurando incluir no desenvolvimento do produto, todo o ciclo de vida desse produto, desde o desenvolvimento do projeto, produção, distribuição, manutenção, até tendo em conta todos os problemas que possam surgir durante o processo de produção [21].

Segundo Bertrand [22], EC é uma abordagem sistemática ao *design* integrado e simultâneo de produtos e aos seus processos, incluindo produção e suporte. Esta metodologia tem como objetivo levar os criadores a considerar os elementos do ciclo

de vida do produto, desde a criação até ao lançamento do produto, incluindo assim qualidade, custos, planeamento e requisitos do cliente.

Para Prasad [23], EC é uma abordagem sistemática ao desenvolvimento integrado de produtos que destaca a resposta às expectativas do cliente. Tem como valores a cooperação, confiança e partilha em equipa, de tal forma que a tomada de decisões é realizada em grandes intervalos de trabalho paralelo em todas as fases do ciclo de vida do produto, na fase inicial do processo, coordenando trocas de informação breves de forma a gerar consenso.

Vários autores desenvolveram projetos aplicando a EC, como é o caso de Nategh, Tchoffa, Borchani, Kerr, Roy, Sackett e Brooke.

Nategh [24] desenvolveu um projeto aplicando a EC, e nesse artigo, o autor desenvolveu uma ferramenta com a finalidade de desenvolver engenharia concorrente dentro de um sistema de produção, com base na análise quantitativa entre os processos de produção.

A ferramenta considera o efeito que cada processo exerce sobre o processo seguinte e anterior, pode ser aplicada na criação de equipas multidisciplinares para praticarem a engenharia concorrente e avalia o grau de influência de cada processo.

Através da aplicação da ferramenta numa empresa de ferramentas, o autor obteve uma redução de 50% no tempo de execução dos processos e uma percentagem de retrabalho insignificante. Um sistema de engenharia concorrente completo pode ser aplicado se for considerado o menor tempo de execução, a redução de custos de desenvolvimento e o retrabalho mínimo.

Já Tchoffa [25], desenvolveu um trabalho que teve como objetivo, o desenvolvimento de uma metodologia para avaliar o processo de *design* e desenvolvimento publicitário, no ponto de vista da engenharia concorrente.

A validação da metodologia foi feita através do desenvolvimento de uma ferramenta de medição, que identifica os fatores a serem melhorados dentro da empresa, com a finalidade de atingir um *design* eficiente e um desenvolvimento publicitário que melhora o desempenho dos processos.

Por outro lado, Borchani [26] aborda a engenharia de sistemas apoiada em princípios da engenharia concorrente, o que leva à redução de fluxos de informação e otimiza o uso de recursos e tempo.

O autor propôs uma metodologia que combina o modelo base de sistemas de engenharia, para gerir os dados partilhados pelos participantes no projeto, e os princípios da engenharia concorrente para gerir o fluxo de trabalho do projeto.

Kerr et al [27] definiram e estabeleceram os requisitos de um produto complexo, projetado e fabricado numa empresa multinacional, onde existe um mercado altamente competitivo.

Os autores demonstraram como este desafio pode ser superado, através da aplicação de uma ferramenta de gestão de requisitos que irá permitir que aos vários sistemas e subsistemas de um produto sejam descritos e depois partilhados ao longo da sua cadeia de fornecimento. Foi realizado e apresentado, como caso de estudo, um protótipo para a indústria automóvel.

Brooke [28] realizou um estudo onde aumenta a perceção das implementações de engenharia concorrente, abordando casos de estudo industriais.

Para caracterizar as aplicações de engenharia concorrente foram usados elementos como o processo, estrutura, ferramentas, pessoas e controlo.

O autor concluiu que existe pouca informação para auxiliar as empresas a implementar soluções de engenharia concorrente, sendo necessário a criação de uma ferramenta que identifique a engenharia concorrente a utilizar na empresa em questão.

Essa ferramenta terá de considerar o tipo de empresa, a complexidade do produto e o ambiente cultural da empresa.

3.3 Importância da padronização num projeto

A normalização de um projeto é a atividade destinada a estabelecer, face a potenciais ou problemas reais, condições para a utilização em série ou em lote, obtendo o grau ótimo de ordem, num dado contexto. De uma maneira geral, consiste na formulação, edição e implementação de Normas [29].

A normalização procura a definição, a unificação e a simplificação dos produtos acabados e dos elementos utilizados para os produzir, através da criação de documentos denominados Normas.

O termo “definição” significa caracterizar qualitativamente e quantitativamente todos os materiais, objetos e elementos usados na produção, bem como os produtos finais. Os termos “simplificação” e “unificação” visam a redução das variedades de materiais, das ferramentas utilizadas na produção, das operações do processo e dos produtos finais [30, p. 4].

As principais vantagens da aplicação de normas são [30, p. 5]:

- O fornecimento de meios de comunicação entre todas as partes interessadas;
- A simplificação e a redução do tempo de projeto;
- A economia de matérias-primas;
- A economia de tempos de produção;
- Uma melhor organização e coordenação do processo produtivo;
- A proteção dos interesses dos consumidores, através da garantia de qualidade dos bens e serviços;

- Uma melhor especificação dos produtos a vender e a encomendar, evitando amostras;
- Uma maior economia resultante da fácil intermutabilidade das peças;
- A promoção da qualidade de vida: segurança, saúde e proteção do ambiente;
- A promoção do comércio, através da supressão dos obstáculos.

3.4 Ferramentas para modelar processos

Modelação e processos de negócio ou BPM [31], é a utilização de ferramentas que relatam de forma sistemática e padronizada a estrutura dos processos de uma empresa. Para isso são utilizadas ferramentas como o fluxograma, o gráfico de Gantt, IDEF, BPMN, diagramas de fluxo de controlo, entre outros, que facilitam a obtenção de uma melhor compreensão e identificação dos sistemas de controlo ou processos.

Nos subcapítulos seguintes, algumas dessas ferramentas irão ser abordadas.

O BPM pode ser dividido em seis fases: projeto, modelação, simulação, execução, monitorização e melhoria [32]. Na Figura 4 é apresentada a metodologia BPM dividida pelas suas seis fases e as tarefas de cada uma delas.

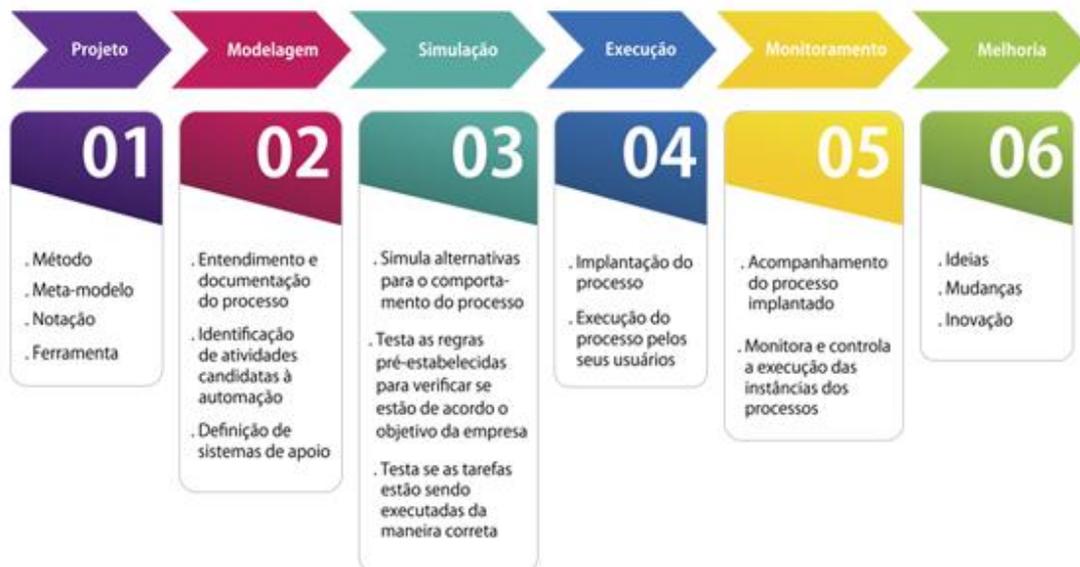


Figura 4 - Seis fases do método BPM

O BPM tem como objetivo facilitar a otimização de processos de negócio e sistemas de organização, e com a aplicação deste método é possível definir com clareza o que a empresa produz, quais as principais operações, como otimizar o seu funcionamento, como responder da melhor forma às necessidades do cliente e verificar particularidades da empresa que podem por em causa o desenvolvimento [33].

Alguns autores realizaram projetos onde foi utilizada a modelação de processos, como Yang [34] que apresentou uma metodologia de modelação sistemática e padronizada usando metamodelos como base de modelação de informação de processos de fabrico. Este propôs uma estrutura de quatro camadas, seguindo as regras do metamodelo, que forneceu orientação e suporte para o estabelecimento de um modelo de informação de processo de fabrico completo, unido e preciso com a finalidade de facilitar a troca de informação.

Já Petrasch [35] realizou um projeto onde abordou a nova revolução industrial, a Indústria 4.0, e apresentou uma linguagem de modelação de processos no setor 4.0, que é uma prolongação do modelo BPMN.

O Método de Modelação de Processos da Indústria 4.0 (I4PMM), traz vantagens como: validação e simulação de modelos, padrões de processos e geração de códigos.

Por outro lado, Liu [36] apresentou as características e as debilidades dos métodos de linguagem aplicados, e apresentou uma linguagem de modelação de processos intuitiva e flexível.

Este adota uma abordagem modular e orientada entre modelação de processos e fornece uma metodologia para a descrição futura do processo.

3.4.1 Fluxogramas

O fluxograma é uma ferramenta de qualidade que representa a sequência e interação das atividades do processo por meio de símbolos gráficos. Na Tabela 1, são apresentados esses símbolos gráficos e as suas descrições.

Com esses símbolos, o utilizador obtém uma melhor visualização do funcionamento do processo, facilitando o seu entendimento e tornando a descrição do processo mais intuitiva.

Quando aplicada à gestão de processos, esta ferramenta tem como objetivo garantir a qualidade, aumentar a produtividade da produção e descrever o fluxo de trabalho. Este estabelece uma relação de início, meio e fim de um processo [37].

As principais vantagens do fluxograma, quando aplicado, são:

- Melhorar a compreensão do fluxo de trabalho;
- Mostrar os passos necessários na realização do trabalho;
- Criar normas padrão na execução dos processos;
- Demonstrar a sequência e interação entre as atividades;
- Encontrar falhas no processo;
- Servir como fonte de informação numa análise crítica;
- Facilitar a consulta em caso de dúvidas no processo.

Tabela 1 - Simbologia do Fluxograma (adaptado [38])

Símbolos	Descrição
	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo do processo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto noutro círculo

Na Figura 5 é apresentado um fluxograma de processo usando o fluxograma [39].

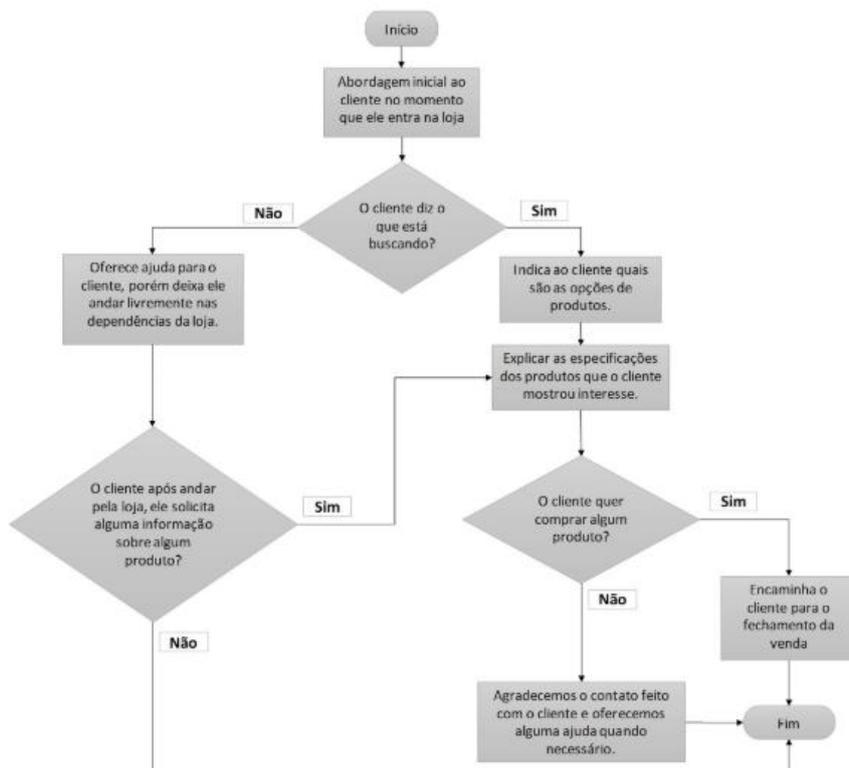


Figura 5 - Fluxograma de processo

3.4.2 IDEFO

O IDEFO é uma metodologia para modelar decisões, ações e atividades ou processos de uma empresa. Este método provém de uma linguagem gráfica bem estabelecida, a SADT.

Esta técnica estabelece a intenção de uma análise, e como ferramenta de análise, auxilia na identificação das funções a serem executadas, o que é necessário para executar essas mesmas funções, e apresenta no sistema atual o que está certo ou errado.

Os conceitos básicos deste método são a representação gráfica em forma de diagrama, a comunicação, o rigor e a precisão.

Este método tem como pontos fortes a eficácia no detalhe de atividades de sistemas para modelação de funções. Como pontos fracos tem a difícil leitura e a necessidade de o leitor ter formação ou tenha participado no desenvolvimento do modelo [40].

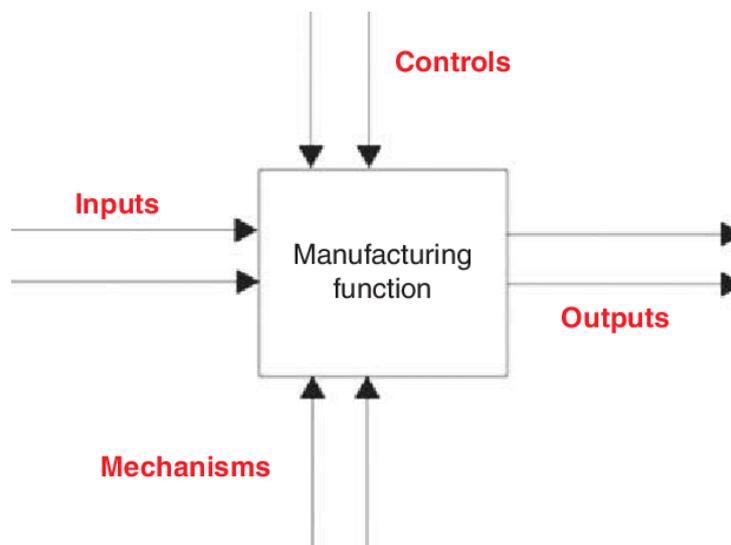


Figura 6 - Exemplo de diagrama IDEFO [41]

O diagrama IDEFO ilustrado na Figura 6, é constituído por um retângulo central, onde é definida a atividade ou processo, e quatro setas, informação gerada pelo processo, que são [42]:

- *Inputs*, matéria-prima utilizada pelo processo e transformada em saída;
- *Controls*, influenciam ou direcionam o processo, por exemplo planos, especificações, normas, regras;
- *Outputs*, resultado do processo que é transferido para outro processo ou para o cliente;

- *Mechanisms*, aspetos necessários no processo para que este ocorra, e podem ser pessoas, máquinas, ferramentas;

A título de ilustração, na Figura 7 é apresentado um processo da criação do Mercado de Recursos de Ensino, usando o método IDEF0.

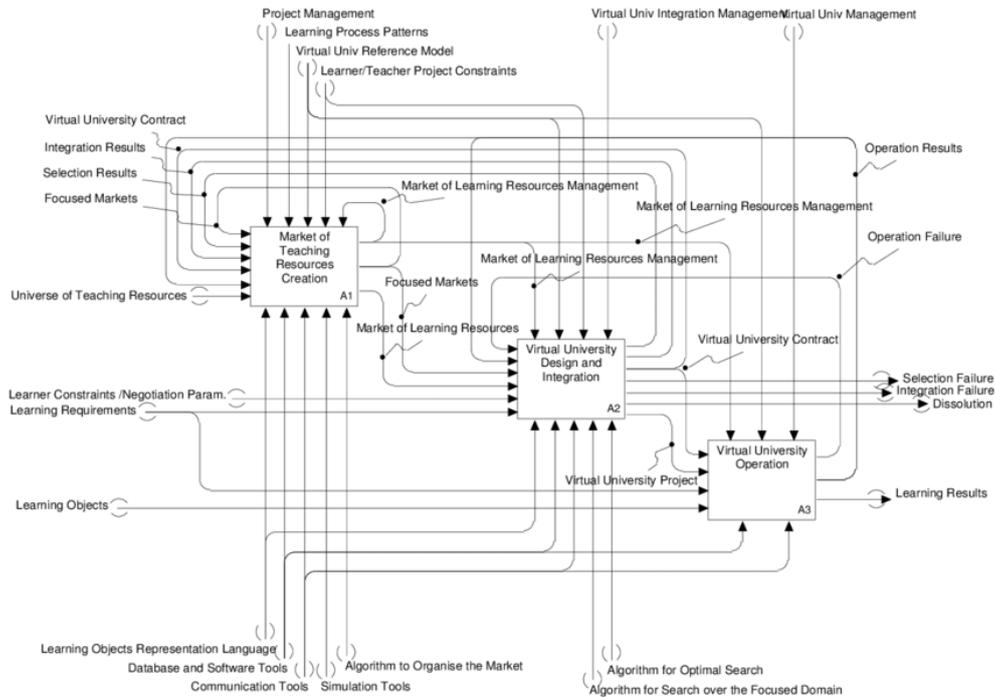


Figura 7 - Processo do Mercado de Recursos de Ensino usando o método IDEF0 [43]

Waissi [44] desenvolveu um trabalho aplicando este método, que teve como objetivo aplicar uma linguagem de modelação existente, Definição de Integração para a Modelação de Funções (IDEFO), para o uso de modelação de estratégias e para automatizar o desenvolvimento e implementação de planos estratégicos.

Com a aplicação deste modelo, o autor obteve um modelo IDEF0 para o planeamento e gestão estratégicos de uma PME, através de uma estrutura simples, sob a forma de sequência de exemplos. O modelo desenvolvido é programável, permite mudanças dinâmicas e melhorias constantes.

Já Bargelis [45] desenvolveu uma ferramenta de suporte para a tomada de decisões, entre produtos e processos de produção, com a finalidade de conjugar o design do processo e produto entre empresas e fornecedores de vários países.

Foi aplicada a modelação IDEF0 para estimar e aumentar a capacidade do processo na fase inicial do projeto.

O autor demonstrou que a análise da capacidade e do custo de produção ajuda a determinar a habilidade da produção entre limites de tolerância e especificações de engenharia. Apesar do desenvolvimento da ferramenta, o autor teve algumas limitações

na sua aplicação, nomeadamente a estreita área de sistemas, processos e produtos de produção ao qual a ferramenta poderia ser aplicada.

Akasah [46] também realizou um projeto aplicando este método e teve como objetivo o desenvolvimento de um modelo de processos para a gestão da manutenção de edifícios escolares. O autor utilizou três fases para desenvolver o modelo: primeiramente recolheu dados, de seguida desenvolveu o modelo utilizando a técnica de modelação de processos “IDEFO”, e por último verificou a aplicabilidade do modelo. Com a aplicação do método IDEFO, o autor obteve um modelo de processo genérico que gera provas detalhadas da correspondência entre quatro parâmetros da gestão: atividades de manutenção, objetos de manutenção, materiais e recursos humanos.

Kelani [47] efetuou um estudo que teve como objetivo analisar as técnicas de modelação BPMN 2.0 e IDEF (zero e três), onde resultou a elaboração de uma matriz com os pontos fortes e fracos de cada modelo.

Na comparação destes modelos conclui-se que, apesar da simplicidade da técnica IDEF (zero e três), o modelo BPMN 2.0 é mais fácil de usar, quando não existe formação, e não tem restrições nem limitações.

Moreno [48] realizou um caso de estudo onde aborda a utilização da modelação IDEFO para ajudar a alcançar todo o potencial do RdM (*Redistributed Manufacturing*) e do PSS (*Product-Service System*), para suportar uma nova abordagem de produção sustentável, evidenciando a mudança de um ciclo de vida do produto linear para circular.

Os autores têm como objetivo criar um modelo de negócio industrial usando o IDEFO como base de implementação do conceito RdM, na indústria de bens de consumo.

Na criação do modelo, os autores depararam-se com a necessidade de haver instalações perto do cliente, que podem ser instalações de produção, de prestação de serviços e de retrabalho.

Com a criação das instalações, os autores esperam obter uma redução de custos, fornecer produtos e serviços personalizados para os clientes, obter uma melhoria sustentável, uma redução nos transportes e um maior envolvimento por parte do cliente no processo. No futuro, os autores pretendem adaptar os modelos de negócio noutras indústrias, uma tarefa simplificada devida à constituição de etapas de processo utilizada no modelo IDEFO.

3.4.3 BPMN

O método BPMN tem como objetivo fornecer uma notação científica de compreensão fácil por todos os utilizadores, desde os analistas que criam rascunhos em início de processos, aos técnicos responsáveis pela implementação da tecnologia que irá executar os processos e aos empresários que irão gerir e supervisionar esses processos [49].

Este modelo de processo de negócios tem como função fornecer às empresas a capacidade de entender os seus procedimentos internos de negócio, representado através de um gráfico visual semelhante ao fluxograma, e conceder às empresas a capacidade de comunicar esses procedimentos de forma padronizada [50].

Este processo foi desenvolvido pelo BPMI e em 2005 associou-se à OMG, fundada em 1989 [51].

Este método utiliza um grande conjunto de símbolos e notações para diagramas de processos de negócios, com a finalidade de criar uma regra mais detalhada para a modelação de processos de negócios.

Estes diagramas dividem-se em quatro categorias [52,53]:

- Objetos de fluxo – eventos, atividades e entradas;
- Objetos de Conexão – fluxos de sequência, fluxos de mensagens, associações;
- Raias – piscina ou faixa;
- Artefactos – objeto de dados, grupo, anotação.

Na Tabela 2, são apresentados os elementos utilizados no BPMN, bem como os respetivos símbolos e as suas funcionalidades.

Tabela 2 - Simbologia do BPMN (Adaptado [49], [51], [53])

Elementos	Símbolos	Definição
Eventos		Indicam o início, ponto intermédio ou fim de um processo
Atividades		Indicam a atividade a ser executada
Gateways		Indicam a tomada de decisões com base em condições ou eventos
Fluxo de sequência		Indica a ordem das atividades
Fluxo de mensagem		Indica as mensagens que fluem entre dois processos / piscinas

Associações		Serve de conetor entre os artefactos e as atividades, eventos ou entradas
Piscina		Indica os participantes de um processo
Faixa		Indicam as atividades e os fluxos dos participantes no processo
Objeto de dados		Indica os dados necessários para uma atividade
Grupo		Indica um agrupamento de atividades, mas não altera o fluxo
Anotação		Indica algumas explicações para ajudar o leitor

Na Figura 8 [54], são apresentados todos os elementos da modelação BPMN.

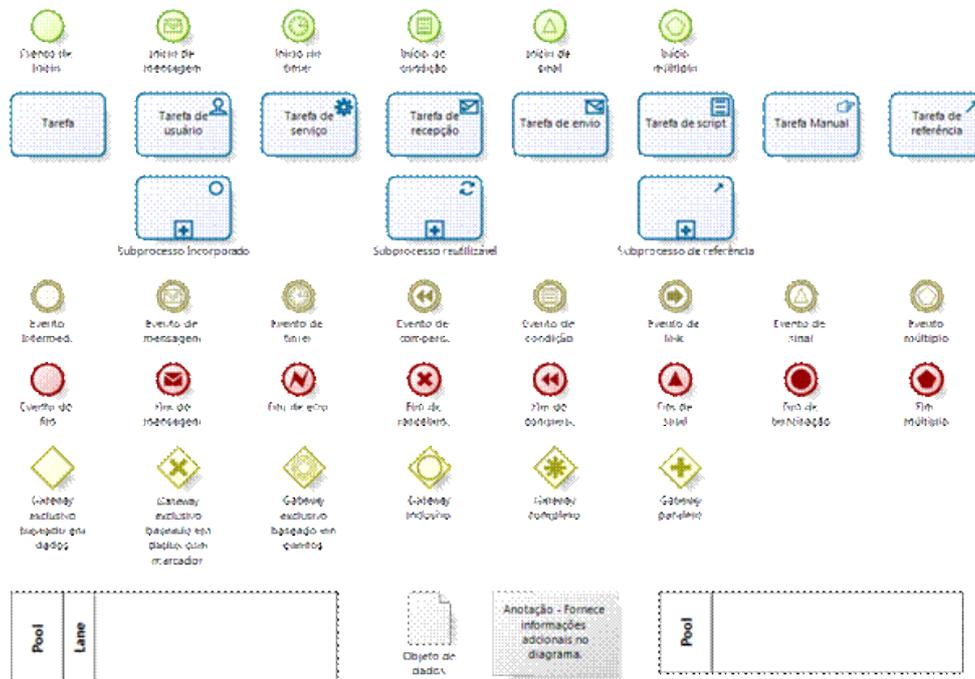


Figura 8 - Elementos da modelação BPMN

Como ilustração do método BPMN, na Figura 9 [55], é apresentado um processo empresarial de entrega de pizzas usando o método BPMN.

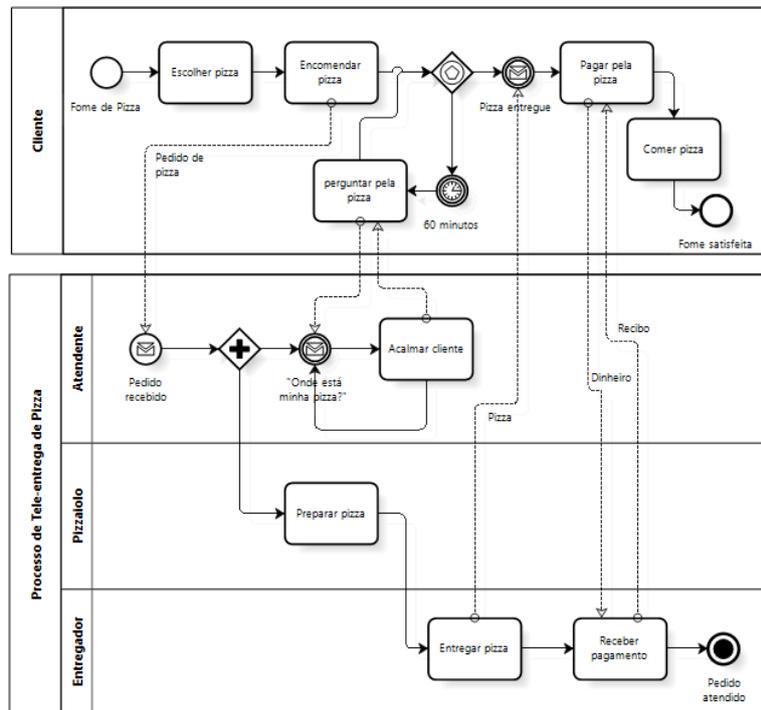


Figura 9 - Processo empresarial usando o método BPMN

Vários autores desenvolveram trabalhos e estudos aplicando este método, como o caso de Zensen [56] que realizou o estudo de dois métodos, BPMN (subprocesso ad hoc) e CMMN (caso regular), para modelar processos flexíveis. O BPMN apresenta um elevado grau de flexibilidade enquanto o CMMN, apesar dos benefícios que possui, tem muitos inconvenientes.

O autor elaborou diretrizes e debateu vantagens e desvantagens de cada método, de forma a selecionar o mais adequado, e conclui que embora o BPMN seja o melhor método, tem alguns pontos negativos como estar vinculado à modelação imperativa geral. Por esse motivo o autor sugere utilizar um misto dos dois métodos, pois são dois altamente estruturados e muito flexíveis na modelação de processos.

Outro autor que aplicou este método foi Garro [57] que apresentou um método *ModelDriven*, que gera o código de simulação baseado em HLA a partir de modelos BPMN, utilizando uma cadeia de transformações de modelo para texto, ou seja, permite aos engenheiros de sistemas usar técnicas de simulação distribuída, sem que eles lidem com pormenores ou dilemas.

A clareza do método BPMN ajudou na escolha da modelação de processos, comparando com linguagens de modelação de processos mais complexas e de uso geral.

O método apresentado, permitiu obter automaticamente uma grande parte do código final baseado em HLA e pode ser usado por engenheiros de sistemas que não estão acostumados com a norma HLA.

Já Ou-Yang [58] apresentou uma abordagem baseada em Petri-net para avaliar a viabilidade do modelo BPMN, através de quatro fases: análise do problema, desenho do modelo, simulação e implementação.

Com base na abordagem apresentada, a eficiência do processo de modelação BPMN podia ser melhorada, o que tornava o modelo mais robusto e por consequência reduzia o risco de rotura do processo.

O autor Corradini [59] mostrou uma nova abordagem para analisar a conformidade entre os diagramas de coreografia e de colaboração, identificando possíveis implementações nos sistemas.

A ferramenta utilizada para testar a nova abordagem foi a ferramenta C4.

De modo a ampliar a utilização da ferramenta, o autor propõe para futuro desenvolver mais a ferramenta, fazendo a sua integração com outras plataformas e fornecendo um suporte visual para contra-análises.

Yeh-Chun Juan [60] elaborou um estudo onde sugere uma estrutura trifásica para identificar os modelos de fluxo de controlo constituintes e a inter-relação para um modelo de processo BPMN.

Na primeira fase identifica os modelos de fluxo, na segunda desenvolve o procedimento e métodos através do desenho e por último implementa os modelos de fluxo de trabalho desenvolvidos para modelos de processos BPMN.

A identificação de modelos de fluxo de controlo e a sua inter-relação a partir de um modelo de processo permite obter modelos de processos mais compreensíveis e de fácil análise.

As principais contribuições deste estudo foram a definição formal dos modelos de fluxo de controlo, o desenvolvimento do reconhecimento de modelos de fluxo de controlo, o desenvolvimento do reconhecimento da relação de fluxo de controlo de modelos de fluxo e o desenvolvimento de um sistema de exposição dos modelos de fluxo de trabalho.

Arromba [61] apresentou um estudo desenvolvido numa empresa multinacional de sistemas sanitários. Os principais objetivos são destacar a importância da modelação de processos, análise e visualização de dados, e apresentar a importância na redução da falta de eficiência nos fluxos de informação. Foi utilizado o método BPMN para identificar as fontes de dados e os fluxos de informação, e o *Microsoft Power Bi* foi usado para mostrar a redução no desperdício dos processos.

O autor prevê obter um sistema de informação que ligue pessoas, dados e processos, com a finalidade de ganhar eficiência nos processos, nas tarefas diárias, e na identificação e eliminação de atividades que não acrescentam valor para a empresa.

DESENVOLVIMENTO

- 4.1 Especificação atual do processo do projeto do produto
- 4.2 Análise do processo atual
- 4.3 Proposta do novo processo do projeto do produto
- 4.4 Validação parcial durante implementação do novo processo do projeto do produto
- 4.5 Implementação do novo processo do projeto do produto

4 Desenvolvimento

Na quarta parte do trabalho, será apresentada a especificação atual do processo, será feita uma análise ao processo, de seguida será exposta uma nova proposta de processo que posteriormente será validada e implementada.

4.1 Especificação atual do processo do projeto do produto

Iniciada a transferência de funções para LCP, foi criado um fluxograma, como a ajuda do antigo colega em LCW, para servir de apoio inicial no desempenho das funções agora a representar em Portugal.

Neste fluxograma (Figura 10 - Fluxograma atual processo SS) é possível ter uma ideia do processo atual e das várias atividades desempenhadas para a conclusão do mesmo.

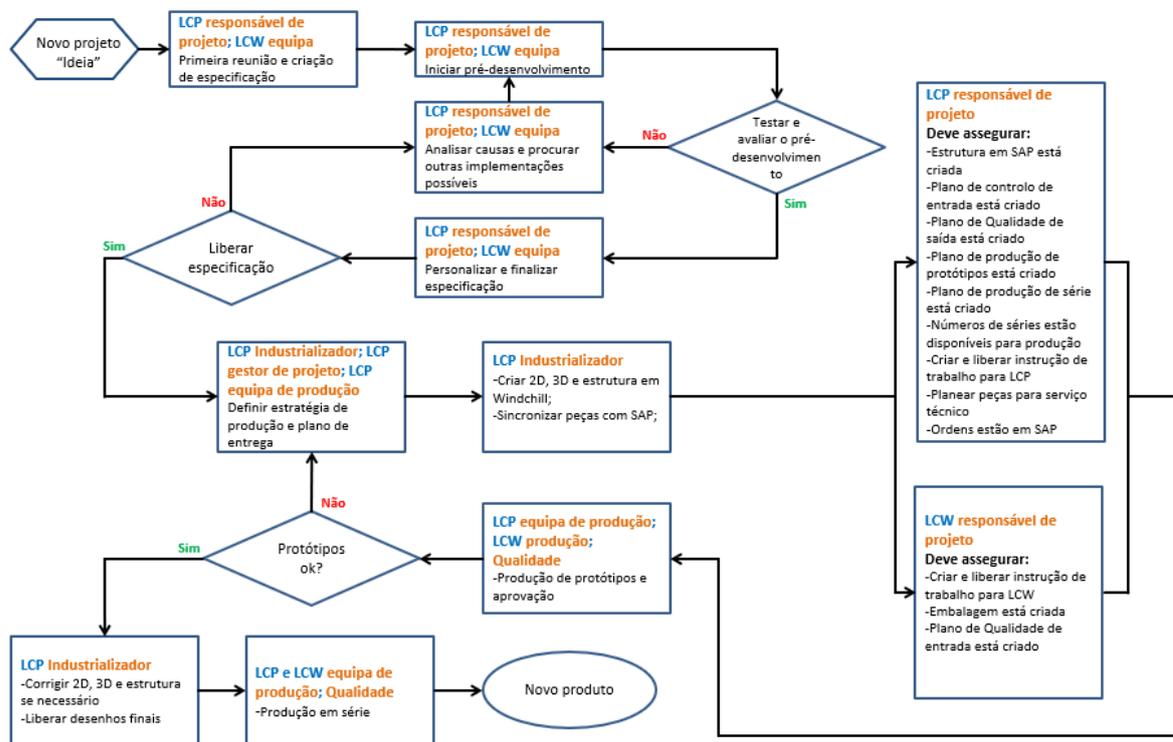
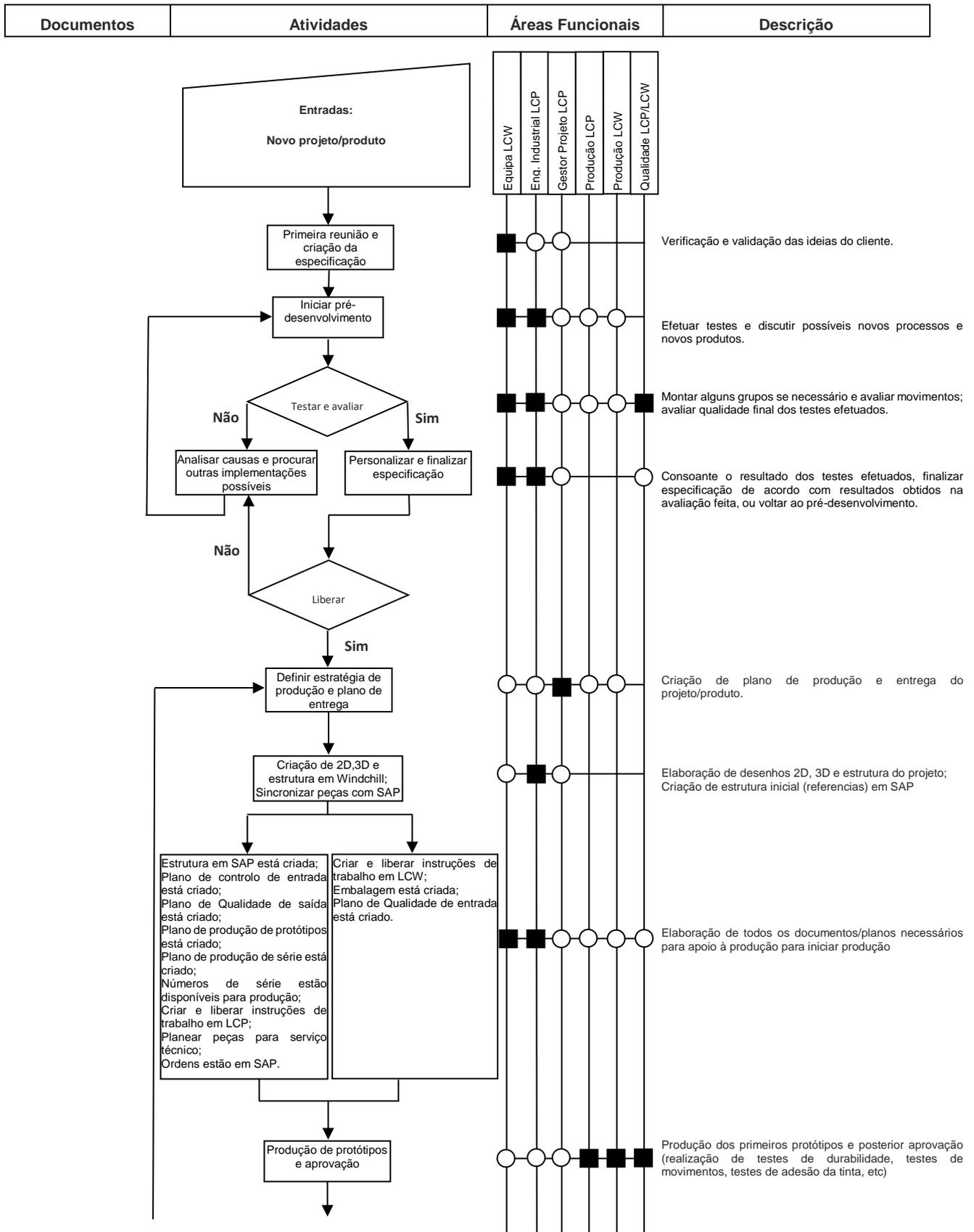


Figura 10 - Fluxograma atual processo SS

Primeiramente foi evoluído o fluxograma inicial, que pode ser consultado na Figura 11, identificando nas várias etapas as pessoas envolvidas e com a descrição de cada atividade.



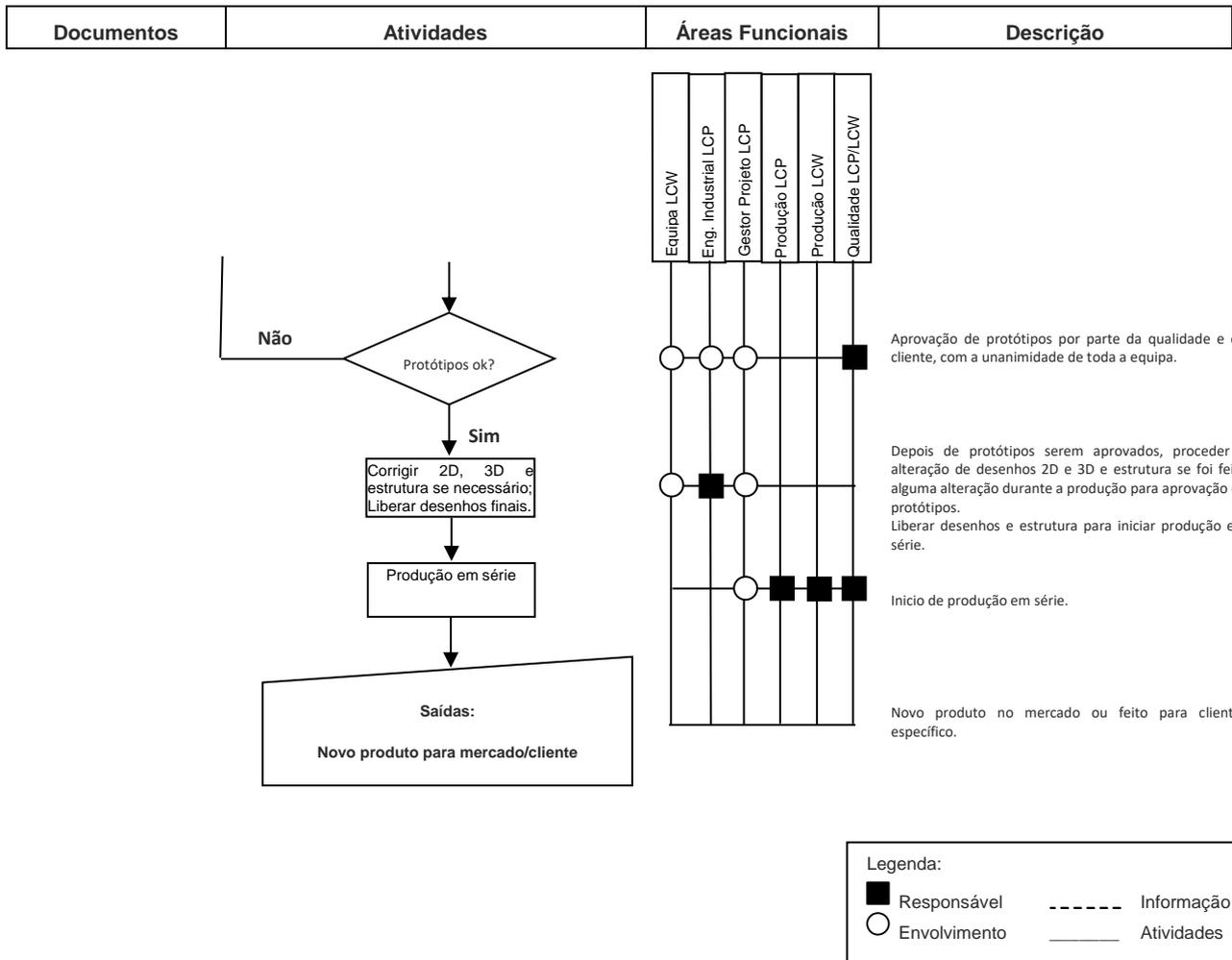


Figura 11 – Evolução do fluxograma inicial

Após desenvolvimento do fluxograma inicial, foi aplicada e implementada a metodologia BPMN no processo atual, Figura 12, pois é um processo de simples utilização, intuitivo, facilitava a comunicação, era flexível, de fácil expansão pois não afetava o processo existente, possuía uma simbologia comum e diversificada.

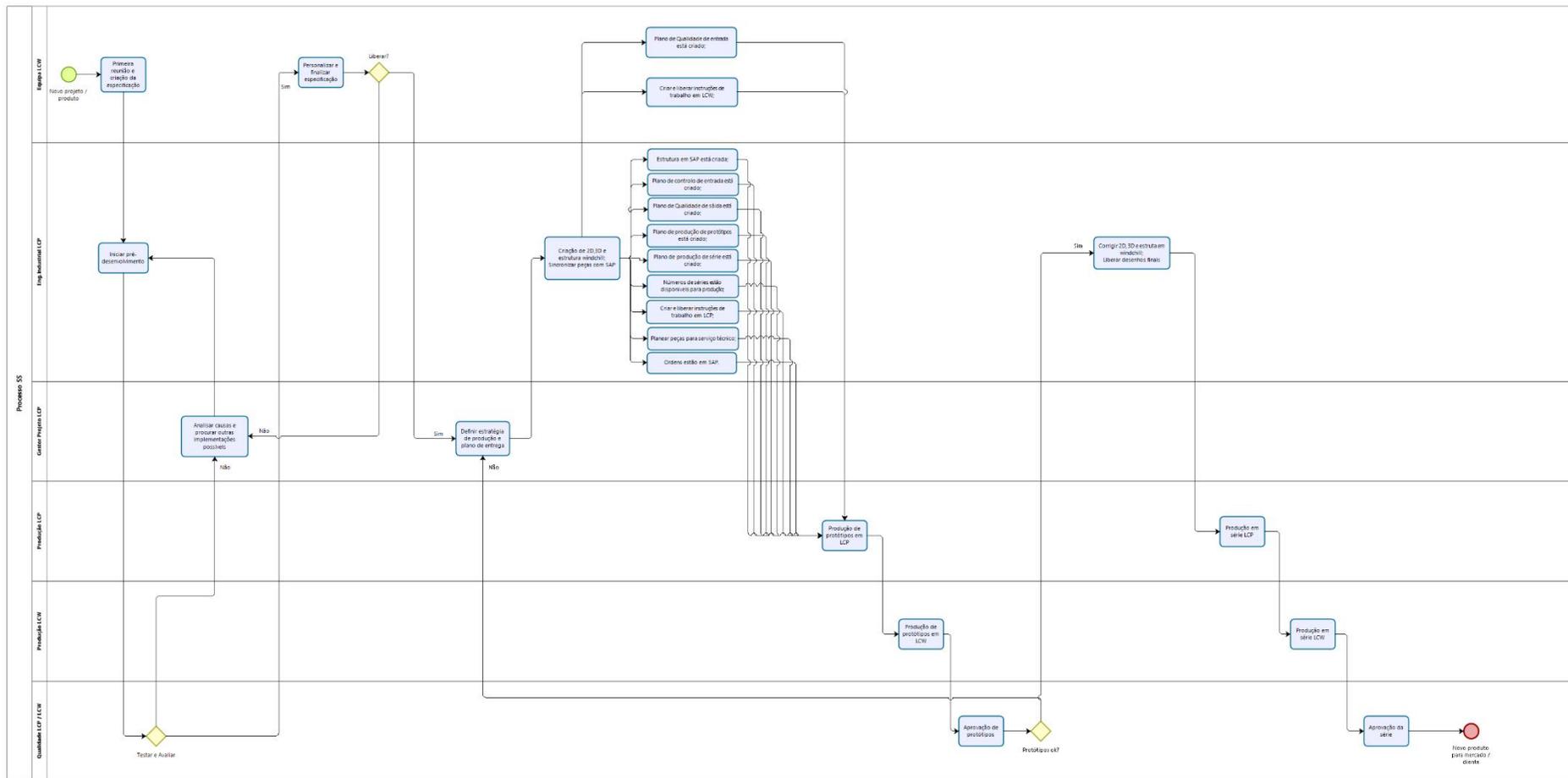


Figura 12 - Processo atual SS em BPMN

4.2 Análise do processo atual

Após análise do processo atual, foram encontradas várias possíveis melhorias que podem ser implementadas no processo, alguns erros ou alterações no modelo, que irão ser explicados e comentadas por atividade. Foi descoberta também, a falta de documentos de entrada/saída nas atividades e que são necessários para servirem de apoio durante o processo.

Primeiramente, foi analisado o cabeçalho (Figura 13), que contém os campos do fluxograma como os documentos, atividades, áreas funcionais e descrição das atividades, e foi concluído que nas áreas funcionais é necessário identificar bem todos os envolvidos no processo, nomeadamente a equipa em LCW, a produção em LCP e LCW, a qualidade em LCP e LCW, os gestores de projetos em LCP e LCW, o Engenheiro Industrial em LCP e o cliente.

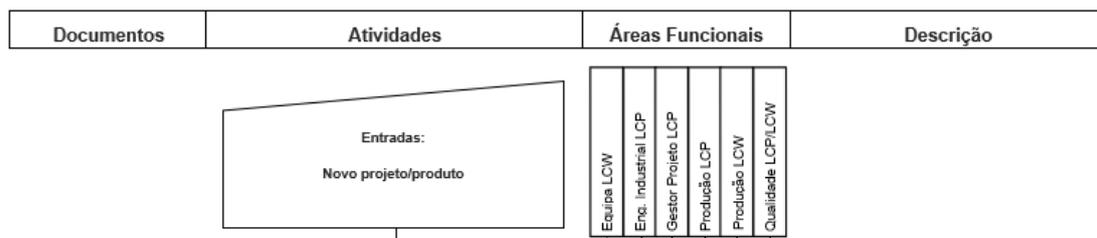


Figura 13 - cabeçalho do processo SS

A primeira atividade a ser analisada foi a atividade “Primeira reunião e criação da especificação”. Nessa atividade (Figura 14 - Primeira atividade do processo SS), como é a primeira do processo, era importante criar um documento onde constem as alterações possíveis ou já efetuadas num dado produto no passado, para que fosse mais simples criar a especificação de acordo com as ideias do cliente e até dar algumas sugestões para o projeto ilustrando o que já foi feito.

Também era essencial que a especificação criada após conversas com cliente, fosse uma especificação bem estruturada e com o apoio de imagens, pois de futuro iria ser o suporte da equipa. Nessa atividade, era essencial também a criação de um documento que calcule as horas que cada elemento iria precisar para desenvolver as suas tarefas no projeto, para que o Gestor do Produto SS pudesse realizar o cálculo de custos do projeto e verificar se este era ou não viável economicamente, ou se estava dentro do orçamento do cliente.

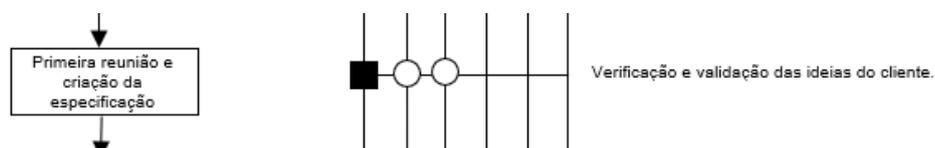


Figura 14 - Primeira atividade do processo SS

A segunda atividade a ser analisada foi a atividade “Iniciar pré-desenvolvimento”. Nessa atividade (Figura 15) era importante um bom trabalho de campo, neste caso maioritariamente na secção da Mecânica, pois era lá que são maquinadas as primeiras peças e feitos testes ao longo do processo, de forma a validar novos processos e novos tratamentos de superfície.

Essa atividade era crucial, pois através dela iriam ser tomadas decisões em relação ao projeto, e se os testes não foram bem executados, poderia haver problemas quando fosse iniciada a produção em série. Durante essa atividade era realizado um plano de ação onde são apresentados os testes efetuados.

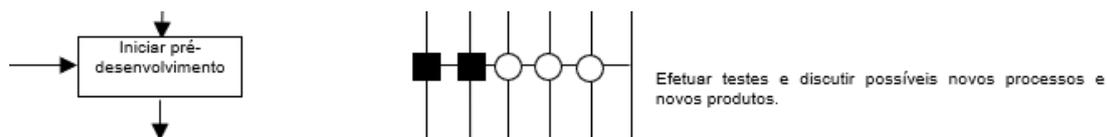


Figura 15 - Segunda atividade do processo SS

A terceira atividade foi a tomada de decisão “Testar e Avaliar” e as suas consequências. Nessa atividade (Figura 16) eram montados alguns exemplares e analisados pela qualidade. Consoante os testes realizados na atividade anterior, a qualidade tinha como função aprovar ou não o novo produto, seja ele um tratamento de superfície novo ou uma nova geometria.

Após avaliação do pré-desenvolvimento era essencial criar um relatório do que foi realizado e passar essa informação à equipa.

Como consequência da avaliação, se essa fosse positiva, seria atualizada a especificação onde consta novos dados do produto que posteriormente iria ser liberada, e se fosse negativa, deveriam ser analisadas as causas com a equipa, procurar soluções e iniciar novamente o pré desenvolvimento.

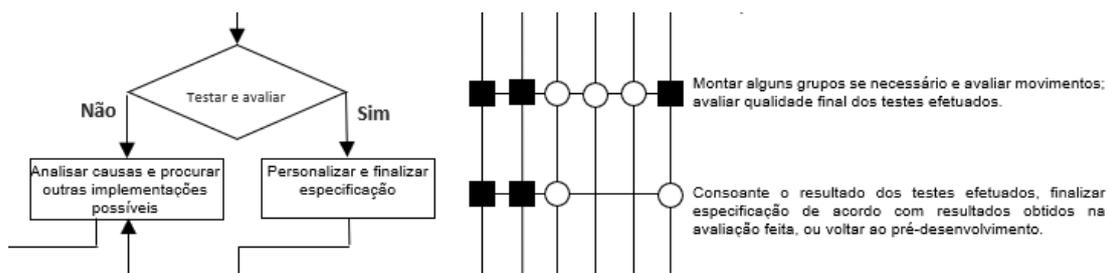


Figura 16 - Terceira atividade do processo SS

A quarta atividade foi a atividade “Definir estratégia de produção e plano de entrega”. Nessa atividade (Figura 17) era fundamental realizar um bom plano de produção/entrega de forma a satisfazer as necessidades do cliente (se requerida uma data específica). Para tal foi sugerido a criação de um plano, usando como ferramenta de apoio o *MS Project*. Esse plano deveria ser criado em conjunto com a equipa ou então partilhado com a equipa após estar feito, e obter aprovação de todos.

Esse plano deveria conter todos os passos do projeto, desde a sua ideia inicial até o embalagem e entrega ao cliente, de forma a identificar as atividades críticas e datas de entrega de protótipos e início de série.

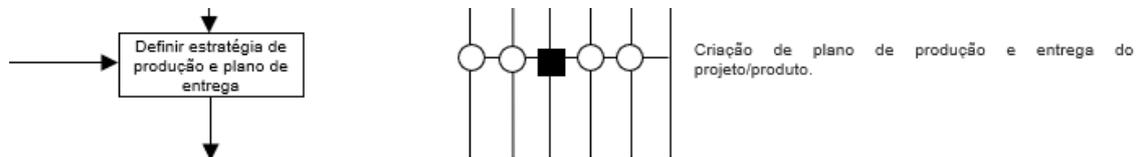


Figura 17 - Quarta atividade do processo SS

A quinta atividade (Figura 18) foi a “Criação de 2D, 3D e estrutura em *Windchill*; sincronizar peças com o SAP”. Para essa atividade ser bem executada por parte do desenhador, era fundamental haver uma especificação bem explícita e sucinta, para que não houvesse dúvidas ou o menor número de dúvidas possível durante a construção. Como apoio a essa atividade, deveria ser criada uma BOM (*Bill of Materials*), que mais tarde também iria ajudar na criação da estrutura em SAP.

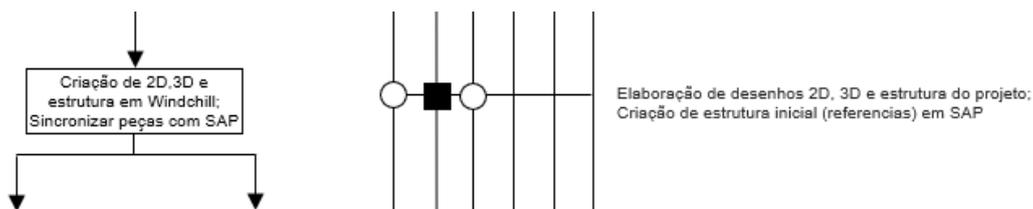


Figura 18 - Quinta atividade do processo SS

A sexta atividade foi a atividade onde havia mais tarefas a cumprir. Nessa atividade (Figura 19), como era extensa e com muitas tarefas, deveria ser implementada uma *checklist* para servir de apoio ao industrializador para ver o que está feito ou não. Necessitariam também, ser criados documentos para o plano de controlo de entrada e qualidade de saída, de forma a ajudar os colegas, especificando o que era mais relevante e crítico em cada peça ou produto.

Deveria também ser criado um documento que contenha os números de séries especificados de forma clara e partilhá-los com a produção e outro documento para serem realizadas as instruções de trabalho que serviriam de apoio à produção. Por último, deveria de ser planeado com o colega responsável na produção em LCW, quais as peças e que quantidades deveriam ser produzidas para o serviço técnico.

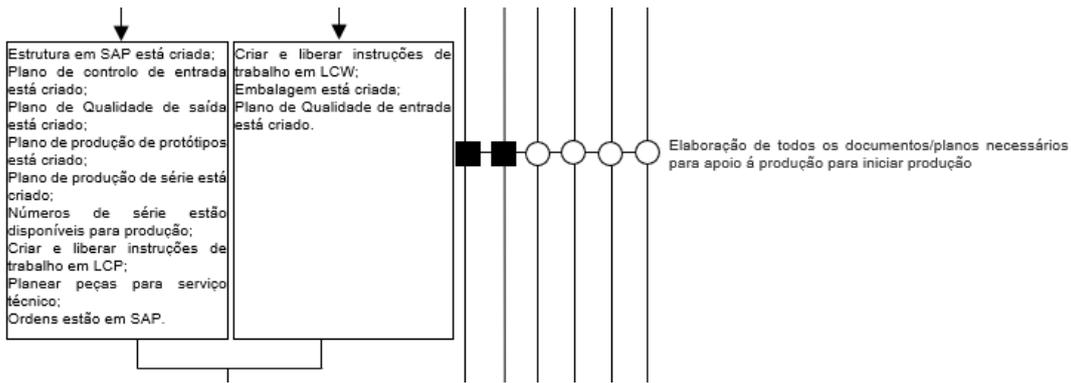


Figura 19 - Sexta atividade do processo SS

A sétima atividade foi a “Produção de protótipos e aprovação”. Nessa atividade (Figura 20) precisaria de ser verificado todo o processo e verificado se tinha alguma coisa em falta. Após realização do protótipo, deveria de ser realizado um relatório de aprovação da qualidade e tecnologia, referenciando todos os pontos testados e aprovados ou não, de forma a ficar registado o estado de aprovação do produto.

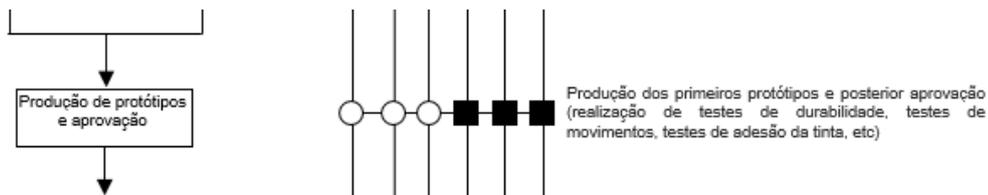


Figura 20 - Sétima atividade do processo SS

A oitava atividade foi a “Corrigir 2D,3D e a estrutura se necessário; liberar desenhos finais”. Na realização dessa atividade (Figura 21), deveriam ser partilhadas as atualizações com a produção, de forma a estarem todos alinhados para ser iniciada a produção em série.

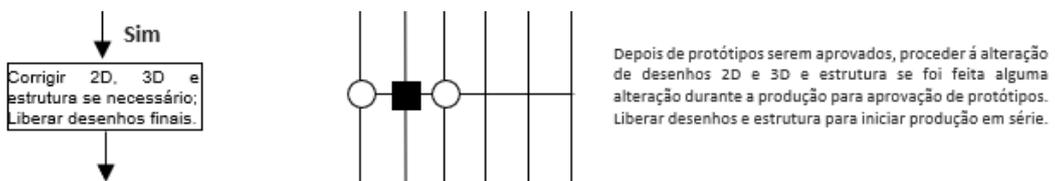


Figura 21 - Oitava atividade do processo SS

A nona atividade foi o início da “Produção em série”. Após essa atividade (Figura 22), foi necessária a criação de mais duas, a “Aprovação da série” e o “Embalamento do produto”. Essas duas atividades ainda não existiam, mas eram fundamentais para a conclusão do projeto.

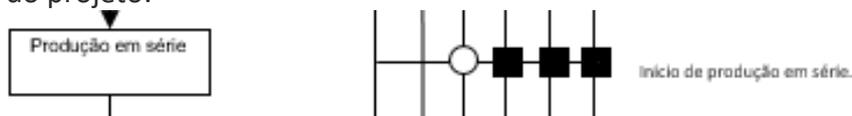
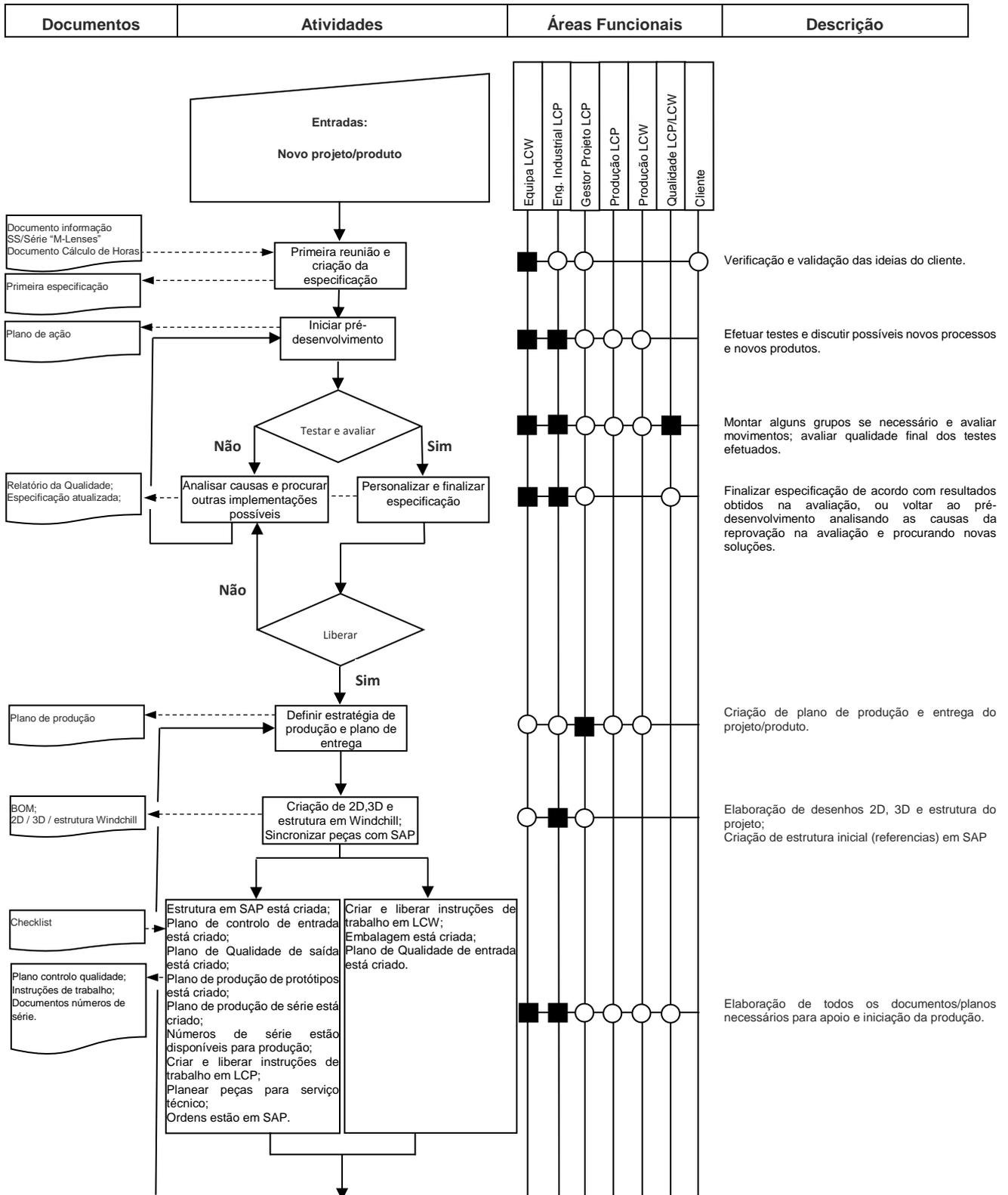


Figura 22 - Nona atividade do processo SS

4.3 Proposta do novo processo do projeto do produto

Após a realização de todos os documentos de apoio e alterações efetuadas ao modelo do processo, em baixo, o fluxograma com a proposta para o novo processo do projeto do produto SS (Figura 23).



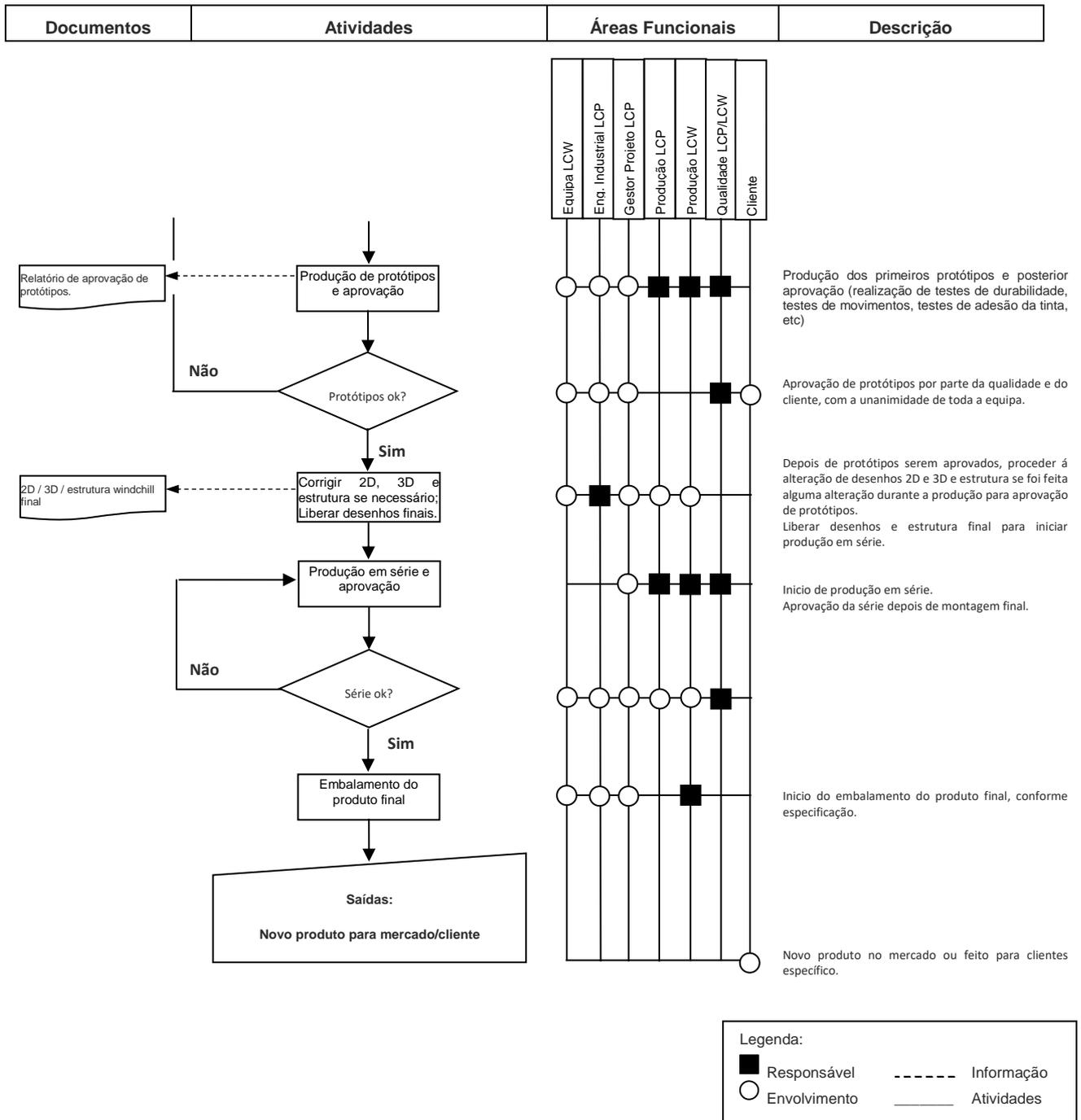


Figura 23 - Fluxograma com a proposta do novo processo

Após demonstração da nova proposta de fluxograma de processo SS, foi aplicada novamente a metodologia BPMN, Figura 24, com as alterações propostas.

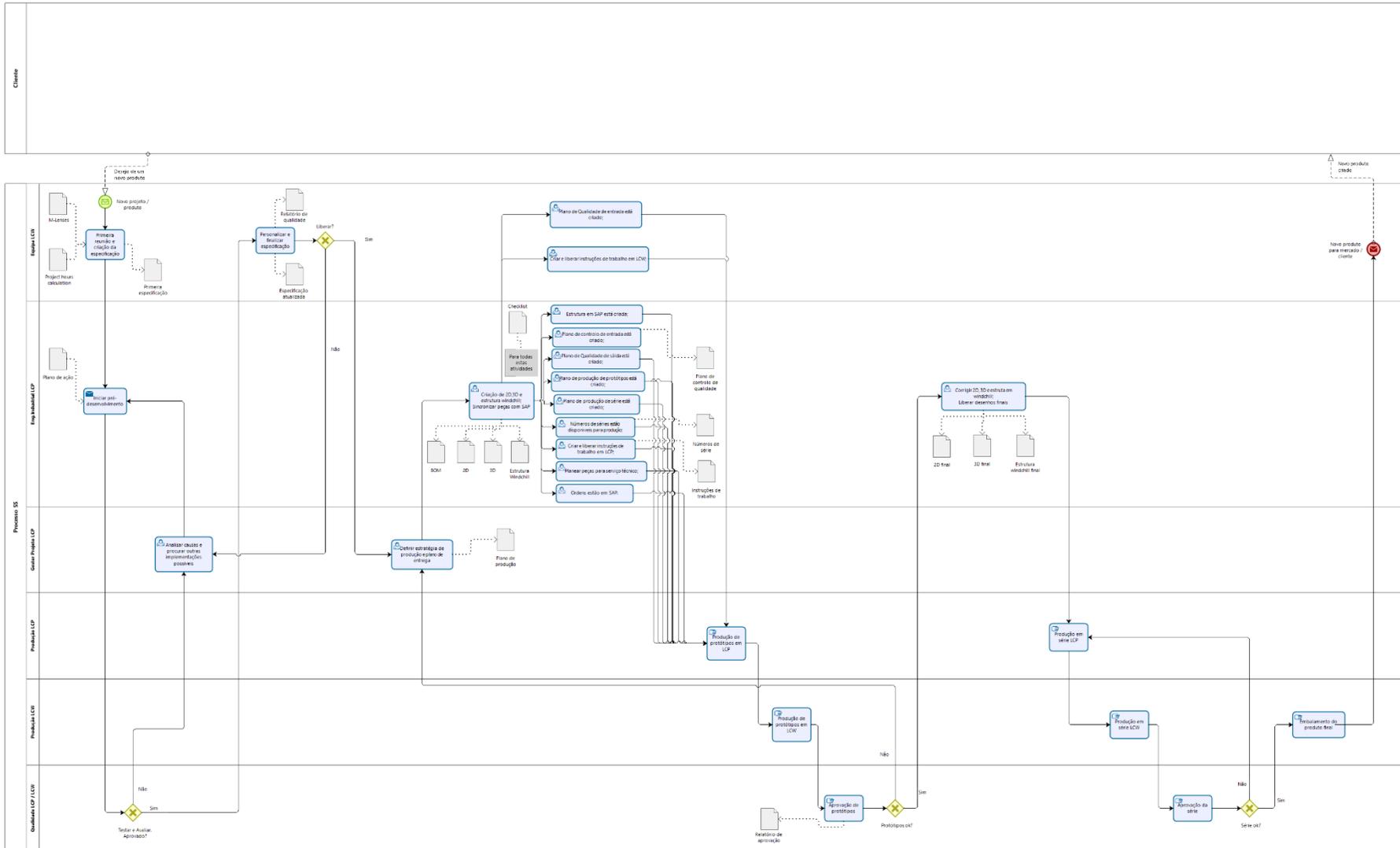


Figura 24 - Proposta de novo processo SS em BPMN

4.4 Validação parcial durante a implementação do novo processo do projeto do produto

Concretizada a proposta do novo processo de projeto do produto, foi feita uma validação parcial durante a implementação e se possível irá ser realizada uma validação pós-implementação do novo processo, após iniciar um novo projeto (ainda por definir).

Nesse processo de validação foram consideradas informações/registos de SS de anos transatos, opiniões das pessoas envolvidas no processo, alguns dados do sistema e algumas aplicações parciais aplicadas em projetos que estavam a decorrer.

Os resultados obtidos após a validação parcial foram:

- ✓ Redução de consultas à produção em LCW;
- ✓ Redução do número de dúvidas a LCW;
- ✓ Redução do número de dúvidas na produção em LCP;
- ✓ Redução de problemas de qualidade;
- ✓ Redução do tempo de realização do projeto;
- ✓ Processo mais estável e intuitivo;
- ✓ Maior clareza do processo/projeto;
- ✓ Facilidade em efetuar ponto de situação do projeto.

4.5 Implementação do novo processo do projeto do produto

Concluída a validação do novo processo, iniciou-se a implementação, onde foi feita uma análise por atividade do desenrolar do processo, foram aplicadas melhorias como as entradas/saídas de documentos e é demonstrado o modo de utilização dos mesmos.

Durante esse processo, foram utilizados vários conceitos de forma a: criar um processo colaborativo do produto (*open design*), obter redução de custos no processo e facilitar o desenvolvimento (*Design for Manufacturing*), executar uma avaliação na montagem do produto, simplificando a sua estrutura (*Design for Assembly*), ter em atenção as ações de reparação do produto após falha (*Design for Maintenance*), qualidade, ciclo de vida do produto e adaptação ao mercado (*Design for lifecycle*), troca de informação existente entra departamentos de forma a incluir todas as pessoas envolvidas no processo (Engenharia Concorrente).

Primeiramente surgiu uma ideia/desejo de um cliente ou uma necessidade de algo inovador e como consequência um novo projeto/produto para as lojas Leica.

Iniciada a primeira atividade do processo e como tal realizada a primeira reunião, foi criado um documento de apoio com toda a informação para a realização de SS (Figura 25).



Figura 25 - Menu do documento SS

O documento de SS continha informação do produto de série, de SS já realizadas, dos tratamentos de superfícies disponíveis, materiais auxiliares adicionados durante a montagem da objetiva, pinturas já efetuadas e liberadas, sejam elas de gravação, tampas, interiores e exteriores.

Leica		M-Lenses				Order No.	Picture
product range	diaphragm opening	focal length	text				
CLASSIC RANGE	SUMMARON-M	5.6	28mm	Silver on fixed	11655		
				Leica cap, silver chrome finish	14092		
	THAMAR-M	2.2	90mm	Black paint finish	11697		
				Leica hood (replacement)	12457		
				Control aperture (replacement)	12456		
				Leica cap for 90mm hood (replacement)	14060		
ZOOM LENSES	TRI-ELMAR-M	4 ASPH.	11-182mm	black on fixed	11634		
				black on fixed (complete with universal adapter, viewfinder, filter holder E39 for use of polarising or circular filter)	11642		
				Leica hood (replacement)	14473		
				Leica hood cap (replacement)	12459		
				Leica hood cap (replacement)	14212		
				Leica hood cap (replacement)	14212		
CLASSIC RANGE	ELMARIT-M	2.8 ASPH.	28mm	black on fixed (filter E39)	11677		
				Leica hood black on fixed	12470		
				Leica hood cap (replacement)	14212		
				Front lens cap E39 (replacement)	14033		
				Front lens cap 4455	14474		
				Universal wide-angle viewfinder M	12911		
	SUMMORON-M	2 ASPH.	35mm	Black on fixed	11673		
				Silver on fixed	11674		
				Leica hood black on fixed	12470		
				Leica hood silver on fixed	12470		
				Leica hood cap (replacement)	14212		
				Front lens cap, silver on fixed	14551		
SUPER-ELMAR-M	3.8 ASPH.	18mm	black on fixed	11649			
			Filter holder E37 (permits the use of circular filter)	14464			
			DWIR (filter for 35, 28) special filter, on additional adapter	12452			
			Leica hood (replacement)	12463			
			Leica hood cap (replacement)	14460			
			Viewfinder for 18mm lens, black	12922			
SUPER-ELMAR-M	3.4 ASPH.	21mm	black on fixed (filter E46)	11145			
			Leica hood (replacement)	12465			
			Leica hood cap (replacement)	14212			
			Front lens cap E46 (replacement)	14231			
			Viewfinder for 21mm lens, black	12924			
			Viewfinder for 21mm lens, silver	12925			

Figura 26 - Aba "M-Lenses"

Na Figura 26, é possível ver a aba que continha a informação das objetivas de série. Essa informação ajudava o engenheiro industrial a encontrar de acordo com o produto selecionado, diafragma pretendido ou distância focal, que objetivas seriam possíveis utilizar no projeto e qual era o seu número de venda. Através desse número de venda era possível aceder a informação como o número final da objetiva, informação da embalagem e dos acessórios, de forma a demonstrar ao cliente tudo o que iria ser incluído no negócio.

Na Figura 27, é possível observar a aba que possuía a informação das SS já realizadas. Nessa aba, era possível consultar SS já produzidas, o tipo de material e tratamento de superfície utilizado, o número final da objetiva (com acesso a 3D) e o número de venda, incluía uma breve descrição do produto e identificava o engenheiro industrial responsável pelo projeto, verificava que processos já foram executados, de forma a retirar ideias e expor o que era possível construir no futuro projeto.

Leica Special Editions										
Product					Reference	Base material	Surface Treatment	Industrial Engineer	Picture	
product range	diaphragm opening	focal length	text	Order No.						
Summilux-M	1.4 ASPH.	35mm	"Mesa 35 - Leica Material" - black anodized with grey and white engraving color	11643	421-036.604-000	AlM45	06H1354	Diego Canto		
Summilux-M	1.4 ASPH.	50mm	"White" - zilver anodized with white grip paint and white engraving color	11692	421-055.502-000	AlM45F CuZn39P83	390-130.125-247	Diego Canto		
Summilux-M	1.4 ASPH.	35mm	"Hedeker - Ghart Edition" for Hedeker - Porteno axis paint with porteno axis engraving color	11643	421-036.605-000	AlM45	390-130.173-249	Diego Canto		
Summicron-M	2 ASPH.	35mm	"ASC 100 Edition" - golden anodized with black engraving color	11674	421-037.504-000	AlM45	06H1344-07	Samuel Dück		
Summicron-M	2 ASPH.	28mm	"Safari" - green paint with red and white engraving color	11672	421-029.504-000	AlM45	390-130.156-155	Diego Canto		
APO-Summicron-M	2 ASPH.	90mm	"Safari" - green paint with red and white engraving color	11684	421-090.404-000	AlM45	390-130.156-155	Diego Canto		
APO-Summicron-M	2 ASPH.	75mm	"Safari" - zilver anodized with black and red engraving color	11637	421-075.203-000	AlM45	06H1364-N	Samuel Dück		
Summicron-M	2 ASPH.	35mm	"Summer Fender" - black chrome with white and red engraving color	11673	421-037.503-000	AlM45	390-130.111-111	Samuel Dück		
APO-Summicron-M	2 ASPH.	50mm	"LHSA Classic" black chrome with red and white engraving color	11197	421-053.304-000	CuZn39P83	06H1214	Samuel Dück		
Summicron-M	2 ASPH.	28mm	"Lenny II - DRIFTER" - braun paint with yellow and white engraving color	11672	421-029.503-000	AlM45F CuZn39P83	390-130.103-231	Samuel Dück		
Summicron-M	2 ASPH.	75mm	"Lenny II - DRIFTER" - braun paint with yellow and white engraving color	11668	421-075.202-000	AlM45F CuZn39P83	390-130.103-231	Samuel Dück		

Figura 27 - Aba "Special Editions"

Na Figura 28, consistia em a aba dos tratamentos de superfície. Nessa aba, analisava-se todos os tratamentos de superfície liberados e utilizados pela Leica, era consultada as especificações de cada tipo, desde níveis de brilho/sombra, espessuras, rugosidades, métodos de execução do processo e tipos de material onde se aplicavam esses tratamentos de superfície.

Leica Surface									
Coloring techniques									
Obj#	Shade / Glass level	Scope of application	Material method			Surface before galvanization [mm]	Material method	Comments	
123	Blackzemi-glass	Cu,Zn,Alloy,Brass	-						
126	Black dull-matt		same as 123 but blasted						
130	Black	Stainless steel	glass beads (carbon free)						
132	Blackzemi-glass		same as 120 but barrel finished and sealed						
Chrome layers (Silver)									
Obj#	Shade / Glass level	Film thickness in µm on Steel		Film thickness in µm on CuZn			Surface before galvanization [mm]	Material method	Comments
		Ni	Cr	Cu	Ni	Cr			
212		15	0,2 to 1,0	0,2 to 1,0	8	<1	Rm:4	-	
213		15	0,2 to 1,0	0,2 to 1,0	8	<1	Rm:4	Same as 212 but barrel finished	
214		15	0,2 to 1,0	0,2 to 1,0	8	<1	Rm:4	same as 213 but cerium-dum blasted	
Nickel layers									
Obj#	Glass level	Film thickness in µm on Steel		Film thickness in µm on CuZn			Surface before galvanization [mm]	Material method	Comments
		Ni	-	Cu	Ni	-			
220	no requirement	15	-	0,2 to 1,0	8	-			
Chrome layers (Black)									
Obj#	Shade / Glass level	Film thickness in µm on Steel		Film thickness in µm on CuZn			Surface before galvanization [mm]	Material method	Comments
		Ni	Cr	Cu	Ni	Cr			
230	no requirement	12	4	0,2 to 1,0	8	4	-	Carbon free	
233	Blackzemi-glass	12	4	0,2	8	4	Rm:4	same as 230 but barrel finished and sealed	
234	Blackzemi-matt	12	4	0,2 to 1,0	8	4	Rm:4	same as 230 but cerium-dum blasted and sealed	
Gold layers									
Obj#	Shade / Glass level	Film thickness in µm on Steel		Film thickness in µm on CuZn			Surface before galvanization [µm]	Material method	Comments
		Ni	Au	Cu	Ni	Au			
240	no requirement	10	2	0,2 to 1,0	3	2		-	
Hard chrome layers									
Obj#	Shade / Glass level	Film thickness in µm on Steel		Film thickness in µm on CuZn			Surface before galvanization [µm]	Material method	Comments
270	no requirement			2 to 500				-	
Functional layers (anodized)									
Obj#	Shade / Glass level	Film thickness in µm			Surface before anodization [µm]	Material method	Comments		
300	Light	6 to 10			-		surface treated		
310	black	10 to 21			-		surface treated		
320	Light	<-10			-		surface treated		
330	black	<-21			-		surface treated		
Functional layers (anodized)									
Obj#	Shade / Glass level	Film thickness in µm			Surface before anodization [µm]	Material method	Comments		
352	Black-glass	15 to 21				Rm:4	Brightened and sealed		
354	Blackzemi-matt	15 to 21				Rm:4	Glass beads blasted, brightened and sealed		
356	Black dull-matt	15 to 21				Rm:8	Cerium-dum based blasted, brightened and sealed		
364	Chrome-colored-zemi-matt	5 to 10				Rm:4	Glass beads blasted, brightened and sealed		

Figura 28 - Aba "Surface"

Na Figura 29, encontra-se a aba com os materiais auxiliares. Nela era possível consultar todas as colas, lubrificantes e líquidos de limpeza utilizados durante o processo de montagem. Esse tipo de informação era importante nesta fase, pois os materiais auxiliares variam com o tratamento de superfície escolhido, o que poderia alterar o estado final do produto (cor, brilho, aparecimento de manchas, manuseamento) e levaria ao desagrado do cliente para com o produto.

Leica		
Auxiliary materials		
Glues		
material number	Name	Comments
990-120.615-043	MS 939 (10:3)	
990-120.410-067	Araldite AY 103	
990-120.400-035	Araldite 2012 (Rapid)	
990-120.110-005	Lectite 400	
990-120.262-014	Lectite 243	
990-120.253-015	Lectite 270	
990-120.005-075	Neftacral	
990-120.000-051	Kleband PR 623	
990-120.440-078	Araldite AY 103-1	
990-120.400-111	Araldite 2011	
Grease for aperture ring		
material number	Name	Comments
990-110.100-017	Fett 300+S; PTFE	
990-110.100-022	Fett 312	
990-110.100-023	Fett 312+S; PTFE	
990-110.140-032	Fett 430 Larnid 6309/KID	
990-110.600-056	Hamorl	
990-110.000-150	Wat-Step/ffektap	
Lubricants		
material number	Name	Comments
990-110.500-055	Molykdepulver (MoS2)	
Cleaner		
material number	Name	Comments
990-140.200-001	Aceton	
990-140.200-002	Allkohol	
	Wurckbenzin	

Figura 29 - Aba "Auxiliary Materials"

Na Figura 30, estão referenciadas as tintas usadas ao longo do processo. Nessa aba eram examinadas as tintas interiores e exteriores liberadas, tintas utilizadas nas gravações das peças exteriores e codificação das baionetas, tintas usadas como segurança, tintas usadas em interiores de tampas e para-sois (de modo a diminuir reflexos).

Leica Paints			
Paint for engravings			
material number	Name	Comments	
890-130.410-032	schwarz/prata		
890-130.430-037	rot/vermelha		
890-130.474-212	grau22u26/cinza		
890-130.470-191	grau(Militer)/cinza		
890-130.474-230	(RAL7040) grey/verde		
890-130.400-204	Isur-violet/branco		
890-130.420-027	weiß/branco		
890-130.440-036	gelb/amarela		
890-130.453-223	nachleuchten, grün/verde fluorescente		
890-130.450-227	grün/verde		
890-130.492-220	transparent		
paint for bajonet ring			
material number	Old material number	Name	Comments
890-130.123-14	455.9016-24	weiß/branco	codificação de bajonete
890-130.116-129	457.9021-99	schwarz/prata	codificação de bajonete
paint for lens hood (visible) and front and rear cap (not visible)			
material number	Old material number	Name	Comments
890-130.116-014-F4	457.0090-99	L064	
890-130.116-014-F4	455.0090-14	L068	
paint for front and rear cap (visible)			
material number	Old material number	Name	Comments
890-130.116-124-F4			
paint for secure:			
material number	Name	Comments	
890-130.035-177	Sicherungsglück (rot)		
890-100.110-119			
890-130.015-102	Kiralfarva		
890-120.410-067	Araldite 60103		
890-130.095-166	Clau Zapanlack		
890-120.281-013	Lactite 222		
890-120.242-014	Lactite 243		
890-130.095-103			

Figura 30 - Aba "Paints"

Na última aba do documento, Figura 31, aparecia informação relativamente aos pontos de orientação das objetivas, às cores disponíveis para os mesmos e à sua dimensão. Esse ponto era importante pois era com a orientação dele que era acoplada a objetiva na câmara.

Leica Tastknopf / Orientation knob		
ø2.5		
material number	Name	Comments
042-670.001-106	rot/red	
ø3.5		
material number	Name	Comments
421-054.850-050	weiß/white	
421-053.450-006	schwarz/black	
042-548.001-050	rot/red	

Figura 31 - Aba "Tastknopf / Orientation Knob"

No decorrer dessa atividade, era fundamental saber quanto tempo duraria o projeto, de modo a indicar ao cliente um prazo final e se este está de acordo com o que o cliente pretende. Para tal foi desenvolvido um documento de cálculo de horas do projeto (Figura 32).

Project hours calculation															Comments	Status								
Project	f (mm)	f/d	Development done [%]	Development Remaining time [h]	Development (h)	Construction	I.E.	SAP	New drawings	Complexity Factor	New geometry	New material	New surface	New engraving			New Engraving color	External Design	New supplier	New Back cover	New Front cover	New Lens hood		
GoldI	35	1,4	80	48	243	134	84	25	37	0,10				x										
GoldII	50	2	30	53	235	146	51	27	41	0,10														
Mono 35	35	1,4	100	0	46	25	16	5	6	0,03														
White	50	1,4	100	0	107	59	37	11	17	0,03														
Hodrikee	35	1,4	100	0	271	150	94	28	40	0,13			x			x								
Sielon 75	75	2	100	0	172	95	59	18	20	0,16				x										
Safari 90	90	2	100	0	228	128	79	24	30	0,16				x		x								
Safari 28	28	2	30	21	208	115	72	22	20	0,26				x		x								
Reporter	28	2	90	15	152	84	52	16	12	0,23				x			x							
Singapore	50	1,4	0	116	116	64	40	12	10	0,16					x		x							
SC Asset	50	1,4	100	0	142	78	49	15	19	0,10				x										

Figura 32 - Documento "Project hours calculation"

Esse documento permitia identificar o projeto em desenvolvimento, consultar o estado do projeto, em percentagem e horas restantes para conclusão, consultar o número de horas de projeto por trabalho a desenvolver (construção, engenharia e SAP), o cálculo do número de horas e o estado global do projeto.

Esse número de horas era calculado através da quantidade de desenhos que eram necessários desenvolver e através das alterações a nível de construção (geometria, material, tratamento de superfície, gravação, cor, tampas e para-sol). Após seleção de todos esses pontos, eles eram somados e originavam um fator de complexidade que por sua vez iria ser multiplicado pela quantidade de trabalho a desenvolver (construção, engenharia e SAP), o que levaria ao total de horas do projeto.

Na segunda atividade, foi iniciado o “pré-desenvolvimento”. Nessa fase era realizado muito trabalho de campo e como tal foi criado um plano de ação (Figura 33).

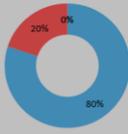
Desempenho				Dados Gerais				
	Índice de Desempenho							
	0,82%			Concluídas	80%	8		
	Planeado			Em atraso	20%	2		
	100%			Reprogramadas	0%	0		
Realizado			Em andamento	0%	0			
82%			Total	100%	10			
ACÇÃO	ETAPA	RESPONSÁVEL	DATA DE INÍCIO	DATA DE TÉRMINO	NOVA DATA PREVISTA	DATA REALIZAÇÃO	STATUS	OBSERVAÇÕES
New guide pin (like "Hamburg", with cutting)	Test assembly of 3 lens hood in LCP, two with the new rollers and one with the old rollers.	Diogo Costa	09/03/2020	12/03/2020		12/03/2020	●	Approved
	Sending 23 guide pins to LCW to test assembly.	Diogo Costa	13/03/2020	17/03/2020		17/03/2020	●	Disapproved
	Sending the two lens hood (already tested in LCP) to LCW to validate movements. Only two were sent because one was already disassembled and with serial guide pins it is not necessary to send.	Diogo Costa	20/03/2020	25/03/2020		25/03/2020	●	Disapproved
Check the drawing / parts / script / tools / machines	LCP quality check	Rui Miguel Marques	09/03/2020	10/03/2020		10/03/2020	●	
	Compare parts with Lenny II	Diogo Costa	10/03/2020	10/03/2020		11/03/2020	●	Approved
	Assembling and testing a group at LCP	Diogo Costa	09/03/2020	12/03/2020		12/03/2020	●	Disapproved
	Assembling and testing one group with a Blendrohr from Lenny II and an Zubehortrager from Safari	Diogo Costa	13/03/2020	17/03/2020			●	Approved
	Compare Lenny II and Safari part scripts	Rui Miguel Marques	23/03/2020	23/03/2020		23/03/2020	●	
Check the tools / machines	Rui Miguel Marques	24/03/2020	25/03/2020		25/03/2020	●		

Figura 33 – Documento "Plano de Ação"

Nesse plano de ação constava informação como a ação que estava a ser executada, as etapas dessa ação, o responsável por cada etapa, as datas de início e fim das etapas, o estado das etapas e as observações.

Nesse documento também era possível analisar os dados gerais das ações onde apareciam informações como as ações concluídas, as que estavam em atraso, as reprogramadas, as que estavam em andamento e a totalidade das ações. Surgiu também outro campo com o desempenho das ações, que incluía o índice de desempenho, a percentagem de ações realizadas e planeadas.

Na terceira atividade, foi feito o teste e avaliação do pré desenvolvimento e as suas consequências. Nessa atividade, foi gerado um relatório de qualidade (Figura 34) aos testes efetuados e obtido um feedback por parte da equipa.

Esse relatório abrangia informação como a peça ou grupos que estavam a ser avaliados, a quantidade de peças, datas de avaliação, inspetor da avaliação, imagens com comentários acerca da avaliação e o resultado da avaliação.

 Prüfbericht Test Report		Seite: 1 von: 3
1 Angaben zum Erzeugnis <small>Details of Product (Auszufüllen von Auftraggeber)</small>		
<small>Sach-Nummer Part Number</small>	421-029.513-005	<small>vorgestellt von Provided by</small> LCP
<small>Benennung / Funktion Name / Function</small>	Blendrohr, Safari	<small>Datum Eingang Incoming date</small> 16.03.2020
<small>Änderung / Zustand Modification / Status</small>	2	<small>Datum Prüfung Anfang Start date of test</small> 16.03.2020
<small>Gehört zu Erzeugnis Belongs to product</small>	117-04	<small>Datum Prüfung Ende End date of test</small> 17.03.2020
<small>Anzahl der Prüflinge Number of samples</small>	4	<small>Name des Prüfers Name of inspector</small> J.P. Amorim / R. Seara
<small>Anlass der Prüfung Reason of test</small>	On the previous lot, we found some parts damaged after some movements (it was possible to see a white aluminium area on z-curve) This test is to approved new parts before shipping to LCP.	
<small>Bemerkungen Remarks</small>	All parts were tested with the new guide pin design (421-029.512-010). 	
2 Beurteilung / Kommentar <small>Evaluation / Comment (Auszufüllen von GM)</small>		
<small>Das vorgestellte Erzeugnis wird von GM freigegeben: The presented product get QA approval:</small>		X
<small>Das vorgestellte Erzeugnis wird von GM mit folgender Auflage freigegeben: The presented product get QA approval with following condition:</small>		
<small>Das vorgestellte Erzeugnis wird von GM mit folgender Begründung abgelehnt: The presented product is refused by QA due to following reason:</small>		
<small>Auflage / Begründung: condition / reason:</small>	Movement was smoother on this parts (movement similar to the Hamburg Lens) -After 200 open and close movement the parts were still ok, there is no visible damage on the Blendrohr Z curve.	
<small>Datum / Date:</small> 17.03.2020	<small>gez. / signed:</small> A. Martins	

Figura 34 – Exemplo de um relatório da qualidade de testes

Após reunir com a equipa, seria tomada a decisão de atualizar a especificação consoante os resultados obtidos ou voltar ao pré desenvolvimento e analisar causas da reprovação e procurar possíveis soluções.

Nesse documento consta informação como referência da peça base e da nova, nome da peça, tipo de material, revisão da peça, tipo de peça (mecânica, ótica, montagem), informação do 2D, 3D, estrutura *windchill*, alguns comentários, etc.

Posteriormente é iniciada a sexta atividade. Essa fase engloba um grande conjunto de tarefas e como tal foi criada uma *checklist* (Figura 37), como forma de auxílio ao trabalho e redução de falhas.

	Aufgabe und Zeitplan Task and Schedule	Objektive Goals	Verantwortlichkeit Responsibility	Bemerkungen Additional information
Projektstatus Project status	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Vorentwicklung ist gestartet / The development is started <input type="checkbox"/> Vorentwicklung ist abgeschlossen / The development is complete <input type="checkbox"/> Vergabe für Projekt fertig sein / Release for project start is available <input type="checkbox"/> Dokumentation ist gestartet / Documentation is started <input type="checkbox"/> Dokumentation ist abgeschlossen / Documentation is complete <input type="checkbox"/> Fertigungsplanung ist gestartet / Production planning has started <input type="checkbox"/> Fertigungsplanung ist abgeschlossen / Production planning is complete <input type="checkbox"/> Beschaffung der Teile ist gestartet / Procurement of parts is started <input type="checkbox"/> Beschaffung der Teile ist abgeschlossen / Procurement of parts is complete <input type="checkbox"/> Montage ist gestartet / Assembly is started <input type="checkbox"/> Montage ist abgeschlossen / Assembly is complete <input type="checkbox"/> Verpackung ist gestartet / Packaging is started <input type="checkbox"/> Verpackung ist abgeschlossen / Packaging is complete <input type="checkbox"/> Auslieferung ist abgeschlossen / Delivery is complete <input type="checkbox"/> Projekt beendet / Project is finished 	z.B.	Responsibility	
Vorentwicklung Predevelopment	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Voruntersuchungen/ Versuche sind gestartet / Preliminary investigations and tests are started <input type="checkbox"/> Voruntersuchungen/ Versuche sind beendet / Preliminary investigations and tests complete <input type="checkbox"/> Voruntersuchungen/ Versuche sind ausgearbeitet / Preliminary investigations and tests are evaluated <input type="checkbox"/> Machbarkeit ist bestätigt / Feasibility is confirmed 			
Zzeichnungen Drawings	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialnummern bei Normteile beantragt / Material number requested at standardization <input type="checkbox"/> Zeichnungen sind erstellt / Drawings are created <input type="checkbox"/> Zeichnungen sind geprüft / Drawings are reviewed <input type="checkbox"/> Zeichnungen freigegeben / Drawings are released 			z.Zt. zu beantragen bei Stefan Walbach (Normteile) Currently requesting from Stefan Walbach
CC-Zzeichnungen CC-Drawings	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> CC-Materialnummern beantragt / CC material number requested <input type="checkbox"/> CC-Zzeichnungen sind erstellt / CC drawings are created <input type="checkbox"/> CC-Zzeichnungen sind geprüft / CC drawing are reviewed <input type="checkbox"/> CC-Zzeichnungen sind freigegeben / CC drawings are released <input type="checkbox"/> CC-Teil in SAP anlegen / CC parts are created in SAP <input type="checkbox"/> CC-RE Prüfplanung anlegen / CC QS incoming check plan is created <input type="checkbox"/> CC-RE Material/ CC parts are ordered 			z.Zt. zu beantragen bei Daniel Zimmermann (CC- Sondermaterial) Currently requesting from Daniel Zimmermann
Stückliste Part list	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Stücklisten sind erstellt / Part lists are created <input type="checkbox"/> Stücklisten sind geprüft / Part lists are checked <input type="checkbox"/> Stücklisten sind freigegeben / Part lists are released <input type="checkbox"/> S/L Nummer beantragen / S/L number are requested <input type="checkbox"/> Tabelle mit Stücklisten zur SAP-Anlage / Table with part lists are send to SAP browser <input type="checkbox"/> Stücklisten sind in SAP / Part lists are in SAP <input type="checkbox"/> Stücklisten in SAP geprüft / Part lists in SAP are checked 			z.Zt. zu beantragen bei Michael Drucker Currently requesting from Michael Drucker
Fertigung Production	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Seriennummern beantragt / Serial numbers are requested <input type="checkbox"/> Seriennummern und Sondergrößen sind kommuniziert / Serial numbers and special engraving are communicated <input type="checkbox"/> Seriennummern und Sondergrößen in Word/Excel / Serial numbers and special engraving are in Word/Excel 			z.Zt. zu beantragen bei Klaus Meuser (Eigene M-Objekte) Currently requesting from Klaus Meuser
Montage Assembly	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> AU's sind erstellt / Work instructions are created / LCP <input type="checkbox"/> AU's sind freigegeben / Work instructions are released / LCP <input type="checkbox"/> AU's sind in Montage ausgegeben / Work instructions are available in assembly / LCP <input type="checkbox"/> AU's sind erstellt / Arbeitshinweise sind erstellt / LKW <input type="checkbox"/> AU's sind freigegeben / Work instructions are released / LKW <input type="checkbox"/> AU's sind in Montage ausgegeben / Work instructions are available in assembly / LKW <input type="checkbox"/> AP's sind erstellt / setting plans are created <input type="checkbox"/> AP's sind geprüft / setting plans are checked <input type="checkbox"/> QM-Prüfpläne sind erstellt / QM-inspection plan is created <input type="checkbox"/> QM-Prüfpläne sind freigegeben / QM-inspection plan is released <input type="checkbox"/> QM-Prüfpläne sind bei der Freigabe / QM-inspection plan is at the final inspection in the Montage herunter / QM-inspection plan is at the final inspection in the assembly <input type="checkbox"/> Montagepersonal ist geschult / Assembly personnel are trained <input type="checkbox"/> SMM's sind vorbereitet und erstellt / Sops are created and available <input type="checkbox"/> Fertigungsanfrage sind in SAP angelegt / Production orders are created in SAP <input type="checkbox"/> 3000er Buchung ist in SAP angelegt / 3000 booking is created in SAP (SAP-DRP in 2015) <input type="checkbox"/> Argus Scanner eingerichtet / Argus Scanner is installed (to scan the serial number) 			please follow the link
Beschaffung Procurement	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Prototypenliste sind bestellt / Prototyp parts are ordered <input type="checkbox"/> Prototypen sind aufgebaut / Prototypes are assembled <input type="checkbox"/> Prototypen sind freigegeben / Prototypes are released <input type="checkbox"/> 1x Prototypen an LCP genehmigt (nur wenn LCP der Lieferant des S/L Nr. ist) / 1x prototype is send to LCP (only if LCP is the supplier from the S/L) <input type="checkbox"/> Seriennummern sind bestellt / Serial parts are ordered <input type="checkbox"/> Seriennummern sind freigegeben / Serial parts are released <input type="checkbox"/> Liefertermin ist mit Kunden abgeprochen / Delivery date is synchronized with customer <input type="checkbox"/> (Nur bei S/L notwendig / only necessary for S/L projects) 			
Qualität Quality	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Prototyp freigegeben / Prototypes released <input type="checkbox"/> Serien freigegeben / The production released <input type="checkbox"/> Sarg freigegeben / Sarg released <input type="checkbox"/> QS-RE Prüflisten ist vorbereitet / QS incoming inspection plan is prepared for SAP <input type="checkbox"/> QS-RE Prüflisten ist angelegt / QS incoming inspection parts are ready to check in SAP <input type="checkbox"/> QS-RE Prüflisten ist angelegt / QS incoming inspection plan is created in SAP 			
Verpackung Packaging	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Verpackungsprozessplan sind in SAP hinterlegt / Packaging specifications are entered in SAP <input type="checkbox"/> Verpackungsprotokolle sind in Verpackung übergeben / Part list is available for packaging department <input type="checkbox"/> Verpackungs-AU erstellt / Work instructions for packaging are created <input type="checkbox"/> Verpackungs-AU freigegeben und ausgegeben / Work instructions for packaging are released <input type="checkbox"/> Verpackungspersonal ist geschult / Packaging personnel are trained <input type="checkbox"/> Prozesse sind erfüllt / final pack is done 			

Figura 37 – Exemplo de uma Checklist

Foi também criada uma página em *Confluence* (Figura 38), com toda a informação do produto, de modo a que qualquer pessoa possa consultar informações do projeto. Nessa página aparece informação como as pessoas envolvidas, quantidade de protótipos e série, datas de entrega, algumas imagens do produto, referências do produto por peça, etc.

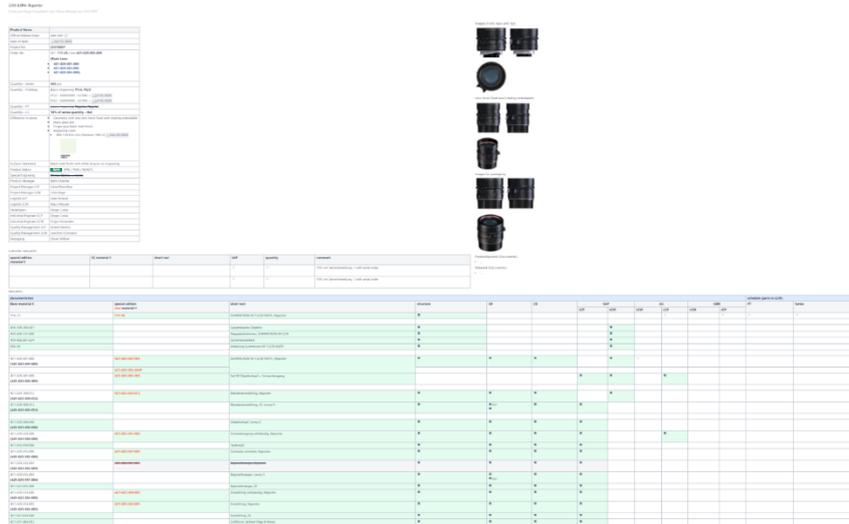


Figura 38 – Exemplo de uma página no Confluence

Nessa fase foi também criado um plano de controlo de entrada em LCW (Figura 39) e um relatório de qualidade de saída em LCP das peças individuais ou grupos já montados (Figura 40).

Esse plano serviu para indicar os pontos chave a verificar pelos responsáveis de qualidade de inspeção do produto, como a descrição do trabalho, tolerância máxima e mínima, qual a norma aplicada, método ou equipamento utilizado. Já o relatório abrangia a identificação da peça, do inspetor, da versão do desenho da peça, avaliação da peça (ok/nok), quantidade do lote e data de avaliação.

Número de venda:		11715, 11716, 11717	Departamento:		QM	Índice alteração:		01
Produto:		Summilux-M 1,4/50 mm ASPH.	Nome Criado/Alterado		A. Martins	Data:		03.03.2020
Teste	Posto de Trabalho	Descrição do teste	Tolerância		Instrução / Norma	Métodos / Equipamento de teste	Amostragem	
1	Inspeção Final	Verificação do ajuste de infinito	- 0,040 mm	+ 0,010 mm	PAB 4.2.2	Video-MTF, Amostra padrão	10% (Min-1x)	
2	Inspeção Final	Diâmetro da abertura máxima do diafragma	f/ 1,33	f/ 1,47	PAB 4.5.8	Equipamento de verificação de aberturas de diafragma	5% (Min-1x)	
3	Inspeção Final	E-Messer em infinito	-20	+20	PAB 4.5.4	Ramitek	100%	
4	Inspeção Final	Codificação da baioneta	Codificação: (1 0 0 0 0)		PAB 4.5.1	Mecanismo de verificação de tipo de baioneta/codificação	100%	
5	Inspeção Final	Tipo de Baioneta	Baioneta 50		PAB 4.5.6	Mecanismo de verificação de tipo de baioneta/codificação	100%	
6	Inspeção Final	Alinhamento das gravações	De acordo com o anexo: PC-OBI-ABC		PAB 4.2.7	Verificação Visual, Esquadro	100%	
7	Inspeção Final	Acabamento superfície mecânicas -Gravação anel profundidade de campo: "LEICA CAMERA WETZLAR MADE IN PORTUGAL 1171X" 11715 ->Schwarz Chrome / 11716 -> Preta/ 11717 -> Cinza -Gravação para-sol: "LEICA CAMERA WETZLAR"	Classe f2 Preta (Anod/Crom) 1x0,4 2x0,25 4x0,16	Classe f2 Cinza 2x0,25 3x0,16	PAB 4.6	Verificação Visual, com Painel Led	100%	

Figura 39 - Exemplo de um plano de controlo

Arbeitsunterweisung INSTRUÇÃO ESPECÍFICA DE TRABALHO		Materialnummer Número de material 421-053.606-999	Materialkürzel Tipo abreviado do material SET 79 M 2/50 APO GOLD II GOLD II	Blatt 1 Conteúdo von 1 Blatt de 10 Blatt
Copyright © by Leica Camera AG		Erstellt Elaborado por: Freigeber Liberado por:	13.02.2020	dgcosta
CONFIDENTIAL		Werkstoff / Material -		Kostenstelle / Centro de custos -63235
AG Fase A	And-Z IP-Al 1	Text des Arbeitsvorganges Título do item de trabalho Montar SET 79		Arbeitsplatz Lugar de trabalho -08J00
Betriebsmittel Itens em anexo -				
Referência de série: LHSA Classic 421-053.304-999			Ordem de Projeto: 103770	
	Referência de série	Nova referência	Designação	
	421-053.359-000	421-053.659-000	SGG (Brw.grp.15)	
	421-053.360-000	421-053.660-000	SGG (Brw.grp.17)	
	421-053.361-000	421-053.661-000	SGG (Brw.grp.19)	
	421-053.311-000	421-053.611-000	Cabeça óptica	
	421-053.304-002	421-053.603-002	Porta acessórios	
	421-053.201-015	421-053.606-015	Anel inscrição GOLD II	
Imagem ilustrativa SET 79:				
421-053.606-999 SET 79 King Rama X Edition B – Gold II				
Änderung alteração				

Figura 42 - Exemplo de uma instrução de trabalho

De seguida foi feita uma verificação com a equipa de LCW se a embalagem do produto e as instruções de trabalho para LCW estão criadas. Essas duas tarefas são tarefas de verificação e validação, pois são executadas por colegas em LCW, e apenas se necessário é que o engenheiro industrial em LCP intervém na execução das mesmas.

Iniciada a sétima atividade, atividade onde é efetuada a produção dos protótipos e posteriormente a sua aprovação. Durante a fase de aprovação foi realizado um relatório de qualidade e tecnologia (Figura 43), mencionando todos os pontos verificados e finalizando com a aceitação ou reprovação do produto.

 Prüfbericht Test Report		FV-F-014	
1 Angaben zum Erzeugnis <small>Details of Product (Ausfüllen vom Auftraggeber)</small>			
Sach-Nummer <small>Part Number</small>	421-029.504-000 / 11704P	vorgestellt von <small>Provided by</small>	S. Dück
Benennung / Funktion <small>Name / Function</small>	Summicron-M 1:2.0/28 ASPH. Safari	Datum Eingang <small>Incoming date</small>	12.03.2020
Änderung / Zustand <small>Modification / Status</small>	01	Datum Prüfung Anfang <small>Start date of test</small>	12.03.2020
Gehört zu Erzeugnis <small>Belongs to product</small>	Summicron-M 1:2.0/28 ASPH. Safari	Datum Prüfung Ende <small>End date of test</small>	13.03.2020
Anzahl der Prüflinge <small>Number of samples</small>	5	Name des Prüfers <small>Name of inspector</small>	J. Huelsmann
Anlass der Prüfung <small>Reason of test</small>	Freigabe Prototyp P01/05, P02/05, P 03/05, P 04/05, P 05/05		
Bemerkungen <small>Remarks</small>	Geprüft wurden die Änderungen gegenüber der Serie nach PP-0BJ-010_Safari Jetzt mit Abstellmaßnahmen 18.06.2020....		
2 Beurteilung / Kommentar <small>Evaluation / Comments (Ausfüllen von OM)</small>			
Das vorgestellte Erzeugnis wird von OM freigegeben: <small>The presented product get OA approval:</small>		X	
Das vorgestellte Erzeugnis wird von OM mit folgender Auflage freigegeben: <small>The presented product get OA approval with following condition:</small>		X	
Das vorgestellte Erzeugnis wird von OM mit folgender Begründung abgelehnt: <small>The presented product is refused by OA due to following reason:</small>		X	
Auflage / Begründung: <small>condition / reason:</small>	Bei einer nächsten Anlieferung von Teilen und Baugruppen müssen die Fehler abgestellt, oder von PM freigegeben sein. Eine Auslieferung an Kunden ist so ausgeschlossen! Abstellmaßnahmen unter Rev 1 müssen vor einer Auslieferung umgesetzt sein und funktionieren: <ul style="list-style-type: none"> - Bohrung Indexring blättert Lack ab! - Ein Ausbessern mit Lack ist noch nicht getestet, aber vermutlich möglich?! - Anleitung Safari bebildert mit Standartobjektiv! PDF existiert, fertig gedruckte Anleitungen wurden noch nicht vorgestellt und beurteilt?!		
Datum / Date: 13.03.2020	<small>gez. / signed: J. Huelsmann</small>		
<small>Verteiler / Cc: S. Dück; S. Janssen; B. Dietzler; J. Klage; S. Vollert; J.P. Amorim; A.F. Martins; Diogo Goncalves Costa; M. Klar; U. Hens; ...</small>			

Figura 43 - exemplo de um relatório de qualidade e tecnologia

Na oitava atividade, foram corrigidos os 2D,3D e estrutura em windchill, caso exista alguma alteração à primeira revisão. Posteriormente essas informações foram compartilhadas com a produção, para estarem todos alinhados e ser possível iniciar a produção em série.

Iniciada a produção em série (nona atividade), foi feito um acompanhamento aos primeiros fornecimentos de peças, validando mais uma vez o processo, e se existisse algum erro era necessário intervir de imediato, caso contrário, era verificado o fornecimento do produto até finalizar a produção, através do SAP.

Na décima atividade, existia uma aprovação por parte da qualidade do produto final. Nessa atividade já não era gerado nenhum relatório pois não havia necessidade para tal.

Na décima primeira e última atividade, é feito o embalamento do produto final, conforme o estipulado na atividade seis.

Após o embalamento do produto final este seguia para entrega ao cliente ou para o mercado/lojas.

CONCLUSÕES

- 5.1 CONCLUSÕES
- 5.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo, será feita uma conclusão do estudo desenvolvido bem como uma proposta para trabalhos futuros.

5.1 Conclusões

De acordo com o trabalho desenvolvido, o objetivo proposto para a realização deste estudo, foi a implementação e melhoria de um processo de industrialização de SS, que foi alcançado com sucesso.

Ao longo do processo de desenvolvimento, foram surgindo problemas como: não estar parametrizado o processo dos projetos do produto SS; dentro das gamas existentes do produto, saber ou não o que é possível fazer em cada uma; perceber que produtos já foram efetuados em cada gama (neste caso SS e não produtos de série); falta de documentação ao longo do processo, tanto para servir de auxílio na tomada de decisões como para transpor informação para outros departamentos; aprovação e produção de novos tratamentos de superfície; a constituição da equipa ser maioritariamente feita por pessoas de LCW, o que por vezes, não fluía informação para LCP como deveria, e desta forma propor uma ferramenta onde seja possível colocar toda a informação do projeto visível para toda a equipa.

Todos esses problemas foram solucionados com a proposta de um novo processo de projeto do produto e posterior melhoria, aplicando a metodologia BPMN e conceitos como o *open design*, *Design for Manufacturing and Assembly*, *Design for Maintenance*, *Design for lifecycle* e Engenharia Concorrente.

Foi realizada uma validação da nova proposta de projeto do produto onde se obtiveram resultados positivos tais como: redução de consultas à produção em LCW; redução do número de dúvidas a LCW; redução do número de dúvidas na produção em LCP; redução de problemas de qualidade; redução do tempo de realização do projeto; processo mais estável e intuitivo; maior clareza do processo/projeto; facilidade em efetuar ponto de situação do projeto.

Posteriormente foi implementado e otimizado o novo processo, demonstrando os documentos aplicados e as tarefas a executar ao longo das atividades de todo o processo.

5.2 Proposta de trabalhos futuros

Como proposta de trabalho futuro, sugere-se a realização de uma validação do processo, efetuada após implementação do novo processo do projeto do produto.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] C. Cardoso and V. Quelhas, “Portugal Global,” *Port. Glob.*, pp. 12–23, 2014.
- [2] C. Ribeiro, “Desafios de Ambiente no Setor Metalúrgico e Metalomecânico,” 2018. [Online]. Available: <https://www.industriaeambiente.pt/noticias/desafios-ambiente-setor-metalurgico-metalomecanico/>. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [3] C. B. Silveira, “Desafios da Indústria Metalúrgica,” 2012. [Online]. Available: <https://www.citisystems.com.br/industria-metalurgica-inovacao-automacao-industrial/>. [Accessed: 03-Jan-2020].
- [4] S. A. Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão, “Leica,” 2017. [Online]. Available: <https://leica.pt/#>. [Accessed: 10-Jan-2020].
- [5] L. C. AG, “THE LEICA CAMERA AG - About the Company,” 2020. [Online]. Available: <https://en.leica-camera.com/Company/About-Leica-Camera-AG>. [Accessed: 04-May-2020].
- [6] S. A. Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão, “Leica - os nossos valores,” 2017. [Online]. Available: <https://leica.pt/os-nossos-valores/>. [Accessed: 10-Jan-2020].
- [7] S. A. Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão, *Leica - manual de acolhimento*. Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão, S.A., 2017.
- [8] R. Vargas, “GestaoIndustrial.com,” 2020. [Online]. Available: <https://gestaoindustrial.com/desenvolvimento-do-produto/>. [Accessed: 11-Jan-2020].
- [9] B. Lobach, *Design industrial Bernd Lobach*. 2001.
- [10] G. Bonsiepe, “Metodologia experimental: desenho industrial.” p. 86, 1984.
- [11] B. E. Bürdek and F. van Camp, “Design: história, teoria e prática do design de produtos,” 2006.
- [12] John Heskett, “Design - Very Short Introductions,” *Oxford Univ. Press*, p. 169, 2005.
- [13] J. Tooze, S. Baurley, R. Phillips, P. Smith, E. Foote, and S. Silve, “Open design: Contributions, solutions, processes and projects,” *Des. J.*, vol. 17, no. 4, pp. 538–559, 2014.
- [14] L. Cruickshank and P. Atkinson, “Closing in on open design,” *Des. J.*, vol. 17, no. 3, pp. 361–378, 2014.
- [15] P. Castro, H., Ávila, *Open Design - Textos de Apoio, Instituto Superior de Engenharia do Porto*. 2018.

- [16] Tecnicon, "Design para Manufatura (DFM): Entenda sua importância na criação de produtos," 2020. [Online]. Available: https://www.tecnicon.com.br/blog/458-Design_para_Manufatura_DFM_Entenda_sua_importancia_na_criacao_de_produtos. [Accessed: 24-Jul-2020].
- [17] M. Buinus, "Design for maintenance: An interview based survey," *Mälardalen Univ.*, 2015.
- [18] F. G. M. K. W. Mulder, J. Blok, S. Hoekstra, *Design for maintenance*. 2012.
- [19] M. E. Kasarda *et al.*, "Design for adaptability (DFAD)-a new concept for achieving sustainable design," *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 23, no. 6, pp. 727–734, 2007.
- [20] A. Singh, Z. P. Mourelatos, and J. Li, "Design for lifecycle cost and preventive maintenance using time-dependent reliability," *Adv. Mater. Res.*, vol. 118–120, pp. 10–16, 2010.
- [21] J. L. e J. Borgerson, "Engenharia Concorrente," 2010. [Online]. Available: <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com/2010/12/engenharia-concorrente.html>. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [22] H. Bertrand, M. Slusarczyk, R. Winner, and J. Pennell, "IDA Report R-338," *role Concurr. Eng. weapons Syst. Acquis.*, p. 175, 1988.
- [23] B. Prasad, "Volume I; Chapter 4: CONCURRENT ENGINEERING DEFINITIONS," vol. I, no. June, 2016.
- [24] M. J. Nategh, "Concurrent engineering planning on the basis of forward and backward effects of manufacturing processes," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 47, no. 18, pp. 5147–5161, 2009.
- [25] D. Tchoffa *et al.*, "Design of an evaluation methodology for the service design and development process from concurrent engineering: The case of the advertising sector," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 57, no. 9, pp. 1703–1717, 2018.
- [26] M. F. Borchani *et al.*, "Mechatronic System Design using Model-Based Systems Engineering and Set-Based Concurrent Engineering Principles," *Proc. - 2018 12th Fr. 10th Eur. Congr. Mechatronics, Mecatronics 2018*, pp. 32–38, 2018.
- [27] C. I. V. Kerr, R. Roy, and P. J. Sackett, "Requirements management: An enabler for concurrent engineering in the automotive industry," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 44, no. 9, pp. 1703–1717, 2006.
- [28] N. J. Brooke and C. J. Backhouse, "Understanding concurrent engineering implementation: A case-study approach," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 36, no. 11, pp. 3035–3054, 1998.
- [29] IPQ - Instituto Português da Qualidade, "As Normas e a Normalização," *As Normas e a Norm.*, pp. 1–37, 2018.
- [30] J. A. Almacinha, "Introdução ao Conceito de Normalização em Geral," *Inegi*, pp. 1–14, 2013.

- [31] “Business Process Modeling,” 2019. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Modelagem_de_processos_de_negócio. [Accessed: 08-Jan-2020].
- [32] A. Magalhães, “Metodologia e Ciclo BPM: Conheça as 6 fases determinantes,” 2019. [Online]. Available: <https://www.dheka.com.br/6-fases-ciclo-gestao-processos-negocio/>. [Accessed: 11-Jan-2020].
- [33] D. P. Fernandes, “Estudo do Método IDEF0 para Modelagem de Processos de Negócios,” no. May 2013, 2014.
- [34] B. Yang, L. Qiao, N. Cai, Z. Zhu, and M. Wulan, “Manufacturing process information modeling using a metamodeling approach,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 94, no. 5–8, pp. 1579–1596, 2018.
- [35] R. Petrasch and R. Hentschke, “Process modeling for industry 4.0 applications: Towards an industry 4.0 process modeling language and method,” *2016 13th Int. Jt. Conf. Comput. Sci. Softw. Eng. JCSSE 2016*, no. Cc, pp. 1–5, 2016.
- [36] G. Liu, S. Lu, and R. Chen, “The role-oriented process modeling language,” *Proc. IEEE Int. Conf. Softw. Eng. Serv. Sci. ICSESS*, pp. 1–5, 2013.
- [37] R. Martins, “Fluxograma de Processo,” 2012. [Online]. Available: <https://blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [38] M. consultoria JR, “Fluxograma de Processos: o que é e quais são as suas partes,” 2019. [Online]. Available: <https://maisconsultoria.com.br/2019/08/09/fluxograma-de-processos/>. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [39] G. Alonço, “O que é Fluxograma de Processos?,” 2019. [Online]. Available: <https://certificacaoiso.com.br/o-que-e-fluxograma-de-processos/>. [Accessed: 11-Jan-2020].
- [40] Idef, “IDEF0 Function Modeling Method,” 2019. [Online]. Available: http://www.idef.com/idefo-function_modeling_method/. [Accessed: 02-Jan-2020].
- [41] C.-W. H. Dah-Chuan Gong, Samuel Huang, Tsai Chi Kuo, “IDEF0 box and arrow graphics,” 2014. .
- [42] Q. Utilizar and C. Entender, “IDEF0 – Como fazer.”
- [43] M. M. Cruz-Cunha, “IDEF0 representando o processo global de criação do Mercado de Recursos de Ensino, definição e criação de uma UAV e seu funcionamento,” 2011. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/259399242_Um_Referencial_para_o_Alinhamento_entre_Intervenientes_na_Universidade_Agil_e_Virtual. [Accessed: 11-Jan-2020].
- [44] G. R. Waissi, M. Demir, J. E. Humble, and B. Lev, “Automation of strategy using IDEF0 - A proof of concept,” *Oper. Res. Perspect.*, vol. 2, pp. 106–113, 2015.

- [45] A. Bargelis and A. Stasiškis, "IDEFO modelling technique to estimate and increase the process capability at the early product design stage," *Mechanika*, vol. 71, no. 3, pp. 45–50, 2008.
- [46] Z. A. Akasah, R. Amirudin, and M. Alias, "Maintenance management process model for school buildings: An application of IDEF 0 modelling methodology," *Aust. J. Civ. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–12, 2010.
- [47] K. T. Kelani, "MODELLING TECHNIQUES Comparison between BPMN 2.0 and IDEF (0&3)," pp. 1–40, 2018.
- [48] M. Moreno *et al.*, "Re-distributed Manufacturing to Achieve a Circular Economy: A Case Study Utilizing IDEF0 Modeling," *Procedia CIRP*, vol. 63, pp. 686–691, 2017.
- [49] S. A. White, "Introduction to BPMN," *Turkish Nephrol. Dial. Transplant.*, vol. 21, no. 02, pp. 161–166, 2004.
- [50] OMG, "Object Management Group Business Process Model and Notation," 2019. [Online]. Available: <http://www.bpmn.org/>. [Accessed: 07-Jan-2020].
- [51] A. Lynch, "What is BPMN - Definition, Elements and Purpose," 2019. [Online]. Available: <https://www.edrawsoft.com/what-is-bpmn.html>. [Accessed: 07-Jan-2020].
- [52] Heflo, "Notação BPMN," 2019. [Online]. Available: <https://www.heflo.com/pt-br/bpm/notacao-bpmn/>. [Accessed: 07-Jan-2020].
- [53] Lucidchart, "O que é BPMN?," 2019. [Online]. Available: <https://www.lucidchart.com/pages/pt/o-que-e-bpmn>. [Accessed: 07-Jan-2020].
- [54] R. N. ARANTES, "Introdução ao Business Process Modeling Notation (BPMN)," 2014. [Online]. Available: <https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-business-process-modeling-notation-bpmn/29892>. [Accessed: 07-Jan-2020].
- [55] K. Sganderla, "BPMN: Modelando corretamente o fluxo de sequência de atividades," 2012. [Online]. Available: <http://blog.iprocess.com.br/2012/05/bpmn-modelando-corretamente-o-fluxo-de-sequencia-de-atividades/>. [Accessed: 07-Jan-2020].
- [56] A. Zensen and J. Kuster, "A comparison of flexible BPMN and CMMN in practice: A case study on component release processes," *Proc. - 2018 IEEE 22nd Int. Enterp. Distrib. Object Comput. Conf. EDOC 2018*, pp. 105–114, 2018.
- [57] A. Garro, A. Falcone, A. D'Ambrogio, and A. Giglio, "A model-driven method to enable the distributed simulation of BPMN models," *Proc. - 2018 IEEE 27th Int. Conf. Enabling Technol. Infrastruct. Collab. Enterp. WETICE 2018*, pp. 127–132, 2018.
- [58] C. Ou-Yang and Y. D. Lin, "BPMN-based business process model feasibility analysis: A petri net approach," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 46, no. 14, pp. 3763–3781, 2008.
- [59] F. Corradini, A. Morichetta, A. Polini, B. Re, and F. Tiezzi, "Collaboration vs.

- choreography conformance in BPMN 2.0: From theory to practice," *Proc. - 2018 IEEE 22nd Int. Enterp. Distrib. Object Comput. Conf. EDOC 2018*, pp. 95–104, 2018.
- [60] Yeh-Chun Juan and Kuo-Yen Yuan, "Control Flow Pattern Recognition for Bpmn Process Models," *Int. J. Electron. Bus. Manag.*, vol. 11, no. 2, pp. 133–143, 2013.
- [61] A. R. Arromba, L. Teixeira, and A. R. Xambre, "Information flows improvement in production planning using lean concepts and BPMN an exploratory study in industrial context," *Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist.*, vol. 2019-June, no. June, pp. 19–22, 2019.