

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Thiago Fujimoto

**Análise e proposta de melhoria nos fluxos de informação do departamento de
Engenharia de Manufatura da Embraer**

Florianópolis

2019

Thiago Fujimoto

**Análise e proposta de melhoria nos fluxos de informação do departamento de
Engenharia de Manufatura da Embraer**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título em Engenharia Mecânica, habilitação Produção Mecânica.
Orientador: Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fujimoto, Thiago
Análise e proposta de melhoria nos fluxos de informação
do departamento de Engenharia de Manufatura da Embraer /
Thiago Fujimoto ; orientador, Glauco Garcia Martins
Pereira da Silva, 2019.
108 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Florianópolis,
2019.

Inclui referências.

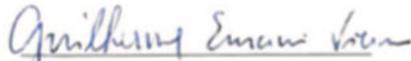
1. Engenharia de Produção Mecânica. 2. Fluxo de
Informações. 3. Lean Office. 4. Business Process
Management. 5. Aviação. I. Silva, Glauco Garcia Martins
Pereira da . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. III. Título.

Thiago Fujimoto

Análise e proposta de melhoria nos fluxos de informação do departamento de Engenharia de Manufatura da Embraer

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado e aprovado, em sua forma final, pelo Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

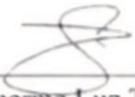
Florianópolis, 12 de novembro de 2019.


Prof. Guilherme Ernani Vieira, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:


Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Guilherme Ernani Vieira, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Guilherme Luz Tortorella, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais,
irmãos e a minha namorada por todo amor,
suporte, carinho e confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram de alguma forma nesta jornada.

Aos meus pais, Antônio e Marcia, pelo amor, carinho e compreensão inesgotáveis ao longo dos anos. Pela educação recebida em todos os momentos, por serem sempre o exemplo a serem seguidos e pela oportunidade em poder me dedicar integralmente aos estudos.

Aos meus irmãos, Daniel e Mauro, por todo o suporte recebido e pelo incentivo a sonhar sempre com algo maior e melhor.

A Anastácia, por todo amor e companheirismo ao tornar esta etapa mais leve, e família por todo o suporte enquanto estive longe de casa.

A Embraer, pela oportunidade de realizar este trabalho e aos engenheiros e técnicos que me auxiliaram na execução deste trabalho.

A Alessandra, minha tutora de estágio, que auxiliou sem hesitar na realização deste trabalho e em todas as atividades durante o estágio na Embraer.

A todos os professores e servidores da Universidade Federal de Santa Catarina, em especial do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, pela dedicação e contribuição na minha formação acadêmica.

Ao professor Glauco, pela paciência e orientação neste trabalho e no estágio.

Aos meus amigos, conhecidos e desconhecidos por toda parceria e ajuda.

A todos vocês, o meu mais sincero obrigado!

“If I have seen further it is by standing on the
shoulder of giants.” (NEWTON, 1676)

RESUMO

O Mercado aeronáutico cresce em ritmo acelerado, assim como a concorrência entre as maiores empresas do setor. Com previsões de demanda otimistas, as empresas de aviação executiva disputam as primeiras posições no *ranking* de aviões entregues e buscam meios de obter maior competitividade para atuar na liderança do setor. Técnicas associadas à filosofia *Lean* são aplicadas rotineiramente no chão de fábrica e nos processos produtivos, porém as empresas estão buscando também a implementação do *Lean* aplicado às áreas administrativas e corporativas, denominado de *Lean Office*, já que este representa um potencial de ganhos tão grande quanto melhorias aplicadas diretamente nos processos produtivos. Inicialmente buscou-se identificar o processo crítico do Departamento de Engenharia de Manufatura, que pôde ser executado através da elaboração de uma matriz decisória, responsável por evidenciar o processo de Inspeção de Primeiro Artigo (FAI) na zona de ação urgente, por possuir elevada importância (4,06) e baixa eficiência (2,72). A FAI é uma inspeção que ocorre na primeira montagem no primeiro avião de série de cada componente, a fim de corrigir os problemas encontrados logo na segunda aeronave. Após a identificação do processo crítico, o mapeamento do processo através da notação *Business Process Model and Notation* (BPMN) possibilita a visualização completa das atividades e do fluxo de informações, objetivando a evidenciação de desperdícios intrínsecos à execução do processo. A utilização do BPMN em conjunto com os 5 princípios do pensamento enxuto e os 7 conceitos de desperdícios do *Lean Office*, e a análise através do 5W1H para cada atividade individual, se mostram uma poderosa combinação para a identificação dos problemas e, posteriormente, na elaboração de propostas de mudanças no processo. Através da notação BPMN, as mudanças propostas são incorporadas ao mapeamento do estado futuro, para implementação em um horizonte definido para meados de 2020, possuindo um potencial de redução nas atividades que não agregam valor de 13% com relação a todas as atividades realizadas no processo, e um potencial de aumento de 4% e 9% nas atividades que agregam valor e não agregam valor, mas que são necessárias, respectivamente. Isto, pode representar mudanças principalmente na elaboração da documentação exigida no processo, podendo ser expressada através de uma economia de 15% a 20% do tempo despendido por um engenheiro de manufatura na execução do processo.

Palavras-chave: Aviação. *Business Process Management*. Eficiência. Fluxo de informações. *Lean Office*.

ABSTRACT

The aviation market is growing at a fast pace, as the competition among the largest companies in the sector. With optimistic demand forecasts, business aircraft companies are contesting for first positions in the ranking of delivered aircrafts and are searching for tactics to become more competitive. Techniques associated with the Lean Manufacturing philosophy are routinely being applied to the shop floor, however the companies are searching for the implementation of Lean applied to the administrative and corporate environment, the Lean Office, which it is known by the opportunity to achieve improvements as widely as the improvements applied directly to the production processes. Initially this study seeks to identify the critical process of the Manufacturing Engineering Department, analysing the processes through a decision matrix, which demonstrated the First Article Inspection (FAI) in the urgent zone, characterized by its high importance (4,06) and low efficiency (2,72). FAI is an inspection executed in every first assembly of every component of the first aircraft in the production line, in order to correct the issues found in the second aircraft. After the identification of the critical process, the mapping through the Business Process Model and Notation (BPMN) enables the visualization of the activities and the information flow, aiming to evidence the wastes intrinsic to the process. The use of the BPMN simultaneously with the 5 principles of the Lean Thinking and the 7 concepts of wastes defined by the Lean Office philosophy, and the analysis through the 5W1H of each activity individually, is proven to be a powerful combination to identify problems and develop proposals to change the process. The proposals could be incorporated to the future state mapping, to be implemented by mid 2020, being characterized by its potential of reducing the activities that does not aggregate value by 13%, and a potential of increase the activities that aggregate value and activities that does not aggregate value, but are necessary, by 4% and 9% respectively. This, could represent changes mainly in the activities related to the elaboration of the documentation required in the process, representing a potential of reducing 15% to 20% of the time used by the manufacturing engineer to perform the inspection.

Keywords: Aviation. Business Process Management. Efficiency. Information Flow. Lean Office.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Eventos intermediários de mensagem.	41
Figura 2 - Atividade com envio e recebimento de mensagens.	42
Figura 3 - Ciclo BPM.	46
Figura 5 - Unidades Embraer	51
Figura 6 - Fluxograma Disponível.	58
Figura 7 - Estrutura da documentação da FAI.	63
Figura 8 - Mudança de <i>Gateway</i>	90
Figura 9 - Criação automática da documentação de FAI.	91
Figura 10 - Alteração nos processos de atualização de status do DOC 2.	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média das Notas - Importância e Eficiência - para cada processo.....	55
Tabela 2 - Índices de Agregação de Valor, em porcentagens aproximadas.	98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Zonas de prioridade no gráfico importância-desempenho.	54
Gráfico 2 - Análise tradicional de Performance-importância tradicional.	54
Gráfico 3 - Eficiência x Importância.....	56

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 - BPMN – <i>As-is</i>	59
Diagrama 2 - BPMN – <i>As-is</i> - Subprocessos.....	64
Diagrama 3 - BPMN - <i>To-be</i>	94
Diagrama 4 - BPMN - <i>To-be</i> - Subprocessos.....	95
Diagrama 5 - BPMN – <i>To-be</i> - Subprocessos do sistema de engenharia de manufatura.	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Enquadramento metodológico da pesquisa.	32
Quadro 2 - Comparativo de valor entre manufatura e escritório.	36
Quadro 3 - Tipos de desperdícios de informação, exemplos e causas.	37
Quadro 4 - Objetos de Fluxo.	40
Quadro 5 - Tipos de Eventos.	41
Quadro 6 - Tipos de <i>gateways</i>	42
Quadro 7 - Objetos de conexão.	43
Quadro 8 - Raias e piscina.	44
Quadro 9 - Artefatos.	44
Quadro 10 - 5W1H Definição e exemplo.	45
Quadro 11 - 5W1H do processo 1. Atualizar planilha de controle.	66
Quadro 12 - 5W1H do processo 2. Criar DOC 1.	67
Quadro 13 - 5W1H do processo 3. Preencher Checklist 1.	68
Quadro 14 - 5W1H do processo 4. Avaliar Checklist 1.	69
Quadro 15 - 5W1H do processo 5. Criar DOC 2.	70
Quadro 16 - 5W1H do processo 6. Vincular Ordem de Produção.	71
Quadro 17 - 5W1H do processo 7. Criar alerta na Ordem de Produção.	72
Quadro 18 - 5W1H do processo 8. Cadastrar DOC 2 no Portal.	73
Quadro 19 - 5W1H do processo 9. Atualizar status aplicação de FAI.	74
Quadro 20 - 5W1H do processo 10. Executar FAI.	75
Quadro 21 - 5W1H dos processos 11 a 14: Avaliar roteiro, avaliar desenho, avaliar recursos e avaliar mão-de-obra.	76
Quadro 22 - 5W1H do processo 16. Preencher Checklist 2.	78
Quadro 23 - 5W1H do processo 17. Avaliar Checklist 2.	79
Quadro 24 - 5W1H do processo 18. Criar nota de não conformidade (NC).	80
Quadro 25 - 5W1H do processo 19. Adicionar nota NC no portal.	81
Quadro 26 - 5W1H do processo 20. Enviar nota NC ao departamento responsável.	81
Quadro 27 - 5W1H do processo 21. Receber nota NC do departamento responsável.	82
.....	82
Quadro 28 - 5W1H do processo 22. Avaliar nota NC.	83
Quadro 29 - 5W1H do processo 23. Atender nota NC.	84

Quadro 30 - 5W1H do processo 24. Encerrar nota NC.	85
Quadro 31 - 5W1H do processo 25. Atualizar nota NC no Portal.	85
Quadro 32 - 5W1H do processo 26. Avaliar a necessidade de reaplicação a FAI.	86
Quadro 33 - 5W1H do processo 27. Aprovar DOC 1 e DOC 2.	87
Quadro 34 - Análise de Valor - <i>As-is</i>	97
Quadro 35 - Análise de Valor - <i>To-be</i>	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 5W1H *What, Why, Who, When, Where, How*
- 5W2H *What, Why, Who, When, Where, How, How much*
- ANAC Agência Nacional de Aviação Civil
- BPM *Business Process Management*
- BPMN *Business Process Model and Notation*
- EMBRAER Empresa Brasileira de Aeronáutica
- EPC Equipamento de Proteção Coletivo
- EPI Equipamento de Proteção Individual
- FSDO *Flight Standards District Offices*
- FAI *First Article Inspection*
- JV *Joint Venture*
- MFV Mapeamento de Fluxo de Valor
- NC Nota de Não Conformidade
- FAA *Federal Aviation Association*
- STP Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DE PESQUISA	28
1.2	OBJETIVOS.....	30
1.2.1	Objetivo Geral	30
1.2.2	Objetivos Específicos.....	30
1.3	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	30
1.4	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	30
1.5	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA	31
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	32
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	33
2.1	MANUFATURA ENXUTA	33
2.2	<i>LEAN OFFICE</i> – ESCRITÓRIO ENXUTO	36
2.3	GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO (BUSINESS PROCESS MANAGEMENT – BPM)	39
2.3.1	Objetos de Fluxo.....	40
2.3.1.1	<i>Evento</i>	40
2.3.1.2	<i>Evento Intermediário de mensagem</i>	41
2.3.1.3	<i>Atividade</i>	41
2.3.1.4	<i>Gateway</i>	42
2.3.2	Dados	43
2.3.3	Objetos de Conexão.....	43
2.3.4	Raias	43
2.3.5	Artefatos	44
2.4	5W1H (<i>what, why, where, when, who, how</i>).....	44
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46

3.1	ETAPAS DA PESQUISA	46
3.1.1	Primeira Etapa – Identificação do processo.....	46
3.1.2	Segunda Etapa – Descobrimento do processo.....	47
3.1.3	Terceira Etapa – Análise do Processo.....	48
3.1.4	Quarta Etapa – Redesenho do Processo	49
4	DESENVOLVIMENTO	51
4.1	A EMPRESA	51
4.2	O DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUFATURA - DEM.....	52
4.2.1	Gerência de Engenharia de Manufatura da Aviação Executiva – AVE.....	52
4.2.1.1	<i>Desenvolvimento Integrado de Produto – DIP.....</i>	<i>52</i>
4.3	DEFININDO O PROCESSO CRÍTICO DO DIP	53
4.4	MAPEAMENTO DO PROCESSO DE INSPEÇÃO DE PRIMEIRO ARTIGO..	57
4.4.1	Inspeção de Primeiro Artigo – FAI.....	60
4.4.2	Documentação Embraer.....	62
4.5	ANÁLISE DO PROCESSO	63
4.5.1	Documentação Inicial	65
4.5.2	Aplicação da FAI	73
4.5.3	Análise de NCs	78
4.6	REDESENHO DO PROCESSO.....	87
4.6.1	Mudanças nas atividades.....	88
4.6.2	Mudanças no fluxo de informações.....	89
4.7	ANÁLISE DE AGREGAÇÃO DE VALOR DAS ATIVIDADES.....	96
5	CONCLUSÃO	100
	REFERÊNCIAS.....	103
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO.....	106
	APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.....	108

1 INTRODUÇÃO

Empresas de diversos setores tem procurado vantagens competitivas em um mercado cada vez mais exigente. Não é recente que as empresas vêm buscando meios de otimizar seus processos a fim de reduzir desperdícios inerentes à sua atividade produtiva. Para superar as dificuldades do mercado e obter lucros, muitas empresas recorreram ao *Lean Manufacturing*, uma filosofia que é altamente responsiva as demandas dos clientes através da redução de desperdícios (BHAMU; SANGWAN, 2014).

Com origem no setor automotivo, baseado no sistema Toyota de Produção, a filosofia *Lean* ganhou espaço por justamente focar na redução de desperdícios, reduzindo custos produtivos e impactando diretamente na competitividade das empresas, principalmente em períodos de crise e de alta concorrência (SHINGO, 1996; LIRA, 2018). O *Lean* possui como principal objetivo a produção de produtos e serviços no menor custo e tão rápido quanto exigido pelo cliente em um mercado desafiador, o qual é caracterizado por produtos customizados (BHAMU; SANGWAN, 2014).

Aquém do setor automotivo, o *Lean* e seus conceitos puderam ser aplicados nos mais variados tipos de indústria e, mais recentemente, até mesmo na indústria de serviços (LIKER, 2006). Uma aplicação dos conceitos *Lean* que obtiveram grandes resultados pode ser evidenciada pela Boeing, empresa referência em desenvolvimento de tecnologias aeroespaciais e construção de aeronaves. A aplicação dos conceitos na manufatura enxuta levou a Boeing a atingir números expressivos com relação ao seu processo produtivo no programa de produção do helicóptero Apache, obtendo um ganho no tempo de construção de 67%, de redução de tempo de ciclo de 69% e eliminação de defeitos de 90% (LEITNER, 2005).

Adentrando no mercado de Jatos Executivos, estes ganhos de tempo são significativos, uma vez que o mercado está cada vez mais exigente quanto aos produtos oferecidos e ao tempo de entrega. A previsão de mercado é positiva, onde o mercado de jatos e voos executivos está em crescente demanda. Pode-se visualizar tal panorama através de previsões de mercado de diversas empresas concorrentes do setor, como Airbus, Bombardier e uma empresa referência em serviços de voos, compra e venda de jatos executivos, a Jetcraft. A Bombardier em seu relatório de previsão de mercado estima que o mercado deve receber a demanda de 8,300 aeronaves até 2025, o que representa cerca de 250 bilhões de Dólares, sendo que a América do Norte, América Latina, Europa e China devem representar os maiores mercados acerca do

período estudado, de 2016 a 2025. A Jetcraft por sua vez divulgou em seu relatório números um pouco mais conservadores, chegando a 3,444 aeronaves executivas nos próximos 5 anos, até 2023, representando cerca de 90,5 bilhões de Dólares. Em ambos os casos podemos inferir que o mercado de jatos executivos possuirá uma crescente demanda, apesar da discordância entre os tipos de jatos executivos que serão entregues, que será de aproximadamente 12,1% por ano até 2023 (AIRBUS, 2018; BOMBARDIER, 2016; JETCRAFT, 2019).

Devido às previsões otimistas, portanto, pode-se verificar que em conjunto com o aumento de demanda no mercado, a competitividade na aviação se mostra cada vez mais acirrada, uma vez que as empresas tendem a oferecer seus produtos aos clientes que compõe a crescente demanda. Ainda, relatórios divulgados anualmente pela Associação dos Fabricantes de Aviação Geral (*General Aviation Manufacturers Association - GAMA*) mostram que poucas entregas dos aviões executivos definem as posições no *ranking* de jatos mais vendidos do mundo. Para ilustrar tal cenário, em 2016 o Embraer Phenom 300 foi líder de vendas de jatos executivos com 63 unidades entregues, uma unidade a mais do que o segundo colocado, o Bombardier Challenger 350. Posições estas que foram invertidas no ano seguinte, já que em 2017 o Bombardier Challenger 350 fora o jato mais entregue, com 56 unidades e o Embraer Phenom 300 obteve 54 unidades entregues. Tais diferenças se estendem também aos terceiros e quarto colocados no *ranking*, que por diferenças de poucas unidades, acabam definindo as posições de destaque das empresas no mercado da aviação mundial.

1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DE PESQUISA

A partir deste contexto de grande competitividade entre as empresas do mercado aeronáutico mundial, é importante ressaltar que após a grande difusão da filosofia *Lean* diretamente nas atividades ligadas às linhas de produção, atualmente as empresas buscam também a otimização de seus processos relacionados às atividades administrativas e corporativas, uma vez que constata-se que 60% a 80% de todos os custos envolvidos para satisfazer a demanda de um cliente são de natureza administrativa (LIKER, 2006; TAPPING; SHUKER, 2010). Dentro do mercado aeronáutico, a Administração Federal de Aviação (*Federal Aviation Administration - FAA*) dos Estados Unidos da América, órgão regulamentador equivalente à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) do Brasil, obteve ganhos de 51% no tempo de processamento de documentos-chave relacionados à certificação de aeronaves, em seu Escritório de Regulamentação de Padrões de Voo (FSDO), após a

aplicação da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para a identificação e eliminação de atrasos no processo, como evidenciado por Marchiwinski (2010).

As áreas ligadas diretamente à produção sempre obtiveram o foco na questão de eliminação de desperdícios, porém, as áreas administrativas/corporativas das empresas vêm ganhando força atualmente. Logo, a necessidade de um escritório enxuto se mostra cada vez mais importante para uma estratégia competitiva e eficaz das empresas. Porém, apesar da migração dos conceitos *Lean* para os ambientes administrativos das empresas estar sendo aceita mundialmente, esta não é tão simples, uma vez que identificar ativos intangíveis e processos possui uma maior complexidade (OLIVEIRA, 2007). Neste contexto surge o *Lean Office*, ou seja, os conceitos do Sistema de Produção Enxuta aplicado às áreas administrativas, e seus resultados são relatados repetidamente por diversos acadêmicos (TURATI; MUNETTI, 2006; BARBALHO; RICHTER; ROZENFELD, 2007; ROOS; SARTORI; PALADINI, 2001; CARDOSO; SOUZA; ALVES, 2012) como citado por Tegner et al. (2016).

Este trabalho busca realizar uma proposta de melhoria no fluxo de informações do processo crítico do Desenvolvimento Integrado de Produto (DIP), na área de Engenharia de Manufatura da aviação executiva, na Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER), possuindo como base as práticas evidenciadas pelo *Lean Office*, utilizando, principalmente, seus conceitos sobre os 7 tipos de desperdícios e os 5 princípios do pensamento enxuto em conjunto com a análise individual de cada atividade através da ferramenta 5W1H. Este setor é responsável pela manufatura de aeronaves executivas e sua área corporativa elabora documentações inerentes ao roteiro de instalação, liberação, modificação, inspeção, certificação, eventuais não conformidades do processo produtivo das aeronaves na linha de produção, entre outros. Ressalta-se que o presente estudo foca na proposta de melhoria do processo crítico, através da eliminação dos desperdícios encontrados no fluxo de informações, a fim de obter-se uma vantagem competitiva com relação a outras empresas do mercado de aviação executiva, uma vez que os processos administrativos da empresa possuem grande potencial na redução de custos na cadeia produtiva.

A utilização da notação *Business Process Model and Notation* em concomitância com os conceitos definidos pelo *Lean Office* e a ferramenta 5W1H neste trabalho, mostram-se uma poderosa combinação na identificação de problemas e desperdícios ligados diretamente às atividades de um processo, contribuindo de forma ainda pouco explorada na literatura, tornando-se relevante a ponto de desenvolver o trabalho de forma não trivial.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar uma proposta de melhorias nos fluxos de informações do processo crítico do departamento de engenharia de manufatura da aviação executiva da Embraer.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) Aplicar um questionário em engenheiros do Departamento de Engenharia de Manufatura da Embraer para identificar o processo crítico do departamento e analisar as atividades do processo individualmente através da ferramenta 5W1H.
- 2) Utilizar os 5 princípios do pensamento enxuto e os conceitos dos 7 tipos de desperdícios do *Lean Office* para elaborar um novo mapeamento do fluxo de informações e realização de atividades do processo crítico através do BPMN.
- 3) Analisar o novo mapeamento e propor novos estudos.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho busca a análise de apenas um dos sete processos do Departamento de Engenharia de Manufatura da aviação executiva da Embraer, uma vez que o trabalho ocorreu durante o período de estágio supervisionado do autor na empresa. A análise abordou os desperdícios evidenciados de forma a possibilitar a rápida correção e modificação do processo a fim de melhorar o processo crítico do departamento, uma vez que a implementação da proposta ocorra, no horizonte de meados de 2020. O presente estudo não busca realizar mudanças significativas que necessitam a aprovação de outras áreas da Embraer envolvidas nas atividades (por exemplo, a utilização de softwares específicos que necessitam ser homologados pelo departamento de Tecnologia da Informação) e órgãos internacionais certificadores da aviação (no caso de eventual mudança de documentação e procedimento vigente por lei).

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Como na pesquisa-ação a colaboração das pessoas que vivenciam o processo é fundamental, esta se torna um fator limitante no trabalho. Como a criação da *Joint Venture* (JV) entre a Embraer e a Boeing está acontecendo no momento, os engenheiros do departamento

estão sobrecarregados de tarefas além das atividades diárias, relacionadas à transferência de linha de produção de cidade e a separação dos ativos presentes na unidade de produção de São José dos Campos. Da mesma forma, a seleção do processo crítico do departamento é realizada a partir da percepção individual de cada engenheiro e técnico sobre os processos que ocorrem no departamento, podendo haver distinções entre as percepções pesquisadas, sendo estas atenuadas pela média das respostas obtidas.

Devido à criação da JV, a implementação não pôde ser realizada, limitando o trabalho apenas à elaboração da proposta. A pesquisa-ação seguiu as etapas propostas por Dumas et al. (2013), contudo fora limitada à criação do diagrama em seu estado futuro, “*To-be*”, uma vez que a implementação depende de homologações por parte de pessoas-chave que estão focadas nas atividades de criação da JV, não estando disponíveis no momento para a validação de mudanças nos processos internos da empresa. Quaisquer mudanças nos processos atuais da empresa estão vetadas até a criação da JV para garantir a segurança e a integridade dos dados.

1.5 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Para realizar o enquadramento metodológico da Pesquisa, primeiro é preciso entender o que é uma Pesquisa Científica. Através de pensamentos sistemáticos e racionais, um conjunto de ações sobre um problema, no qual não há solução óbvia previamente estabelecida, para elaborar propostas de soluções é a definição de Pesquisa Científica (MENEZES, 2005). A Pesquisa possui diversas classificações, uma vez que diferentes problemas exigem diferentes formas de serem abordados. Menezes (2005) descreve em seu trabalho diferentes pontos de vista para a caracterização da pesquisa, primeiramente sob a ótica da natureza (básica ou aplicada) depois sob o ponto de vista da forma de abordagem do problema (quantitativa ou qualitativa). Menezes (2005) então cita o trabalho de Gil (1991) para discorrer sobre os últimos dois pontos de vista: do objetivo (descritiva, exploratória ou explicativa) e dos procedimentos técnicos (pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa *ex-post-facto*, pesquisa-ação ou pesquisa participante). No quadro 1 a seguir, é possível visualizar a caracterização desta pesquisa, segundo os pontos de vista apresentados anteriormente, com um breve descritivo do enquadramento.

Quadro 1 - Enquadramento metodológico da pesquisa.

Ponto de Vista	Pesquisa	Descrição
Natureza	Aplicada	Busca solução de problemas específicos e interesses locais, gerando conhecimento prático.
Forma de Abordagem do Problema	Quantitativa	Possui elementos numéricos que são traduzidos a partir de informações e opiniões. Requer o uso de recursos e/ou técnicas de estatística.
Objetivos	Descritiva	Descreve as características de determinado fenômeno, população ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados.
Procedimentos Técnicos	Pesquisa-Ação	De modo cooperativo ou participativo, pesquisadores e participantes representativos da situação atuam para conceber a resolução de um problema coletivo.

Fonte: Autor (2019) adaptado de Gil (1991) e Menezes (2005).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O presente capítulo objetiva o detalhamento do contexto do trabalho, através de uma breve introdução sobre o tema, e o problema de pesquisa, bem como os objetivos a serem atingidos, suas limitações e delimitações.

O segundo capítulo por sua vez tem como foco a fundamentação teórica dos conceitos e ferramentas que serão utilizadas ao longo deste trabalho.

O terceiro capítulo é relacionado à metodologia utilizada, a fim de explicar passo a passo o andamento do desenvolvimento do estudo e como este ocorreu.

O quarto capítulo é o desenvolvimento do trabalho, onde foram realizadas as análises e a proposta de melhoria, constituindo o corpo do trabalho.

O quinto e último capítulo é referente as conclusões acerca do estudo realizado e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MANUFATURA ENXUTA

O Sistema Toyota de Produção (STP) vem originar-se de um contexto pós Segunda Guerra Mundial, captando a atenção mundial de forma crescente a partir de 1973, quando ocorreu a crise do petróleo (OHNO, 1997). O STP possui como um de seus idealizadores Taiichi Ohno e tem como objetivo aumentar a eficiência do sistema produtivo, evidenciando-o também como um sistema gerencial e não somente como um sistema produtivo. Conforme Womack, Jones e Roos (1992), e parafraseado por Turati e Musetti (2006), a manufatura enxuta é “um programa de pesquisas elaborado para definir um sistema de produção mais eficiente, rápido e flexível”. Primeiramente o sistema fora desenvolvido para a realidade japonesa, uma vez que a produção em massa oriunda do sistema Ford de produção não atingia os mesmos resultados em termos de desenvolvimento econômico, pois a produção no Japão possuía quantidade de recursos limitados, logo, demandava uma produção mais eficiente e que se adaptasse mais rapidamente as mudanças estruturais do mercado e a flexibilidade que este exige das empresas em um cenário competitivo. Com o passar do tempo, diversos outros setores também evidenciaram que poderiam ser beneficiados pelas mesmas práticas da manufatura enxuta (CAVAGLIERI, 2016).

Contudo, para que tais mudanças e aplicações do pensamento enxuto, mudanças comportamentais são exigidas de todos envolvidos na cadeia de valor, bem como a transparência nos processos e a consciência da necessidade de mudanças. (WOMACK; JONES, 1998). Assim sendo, busca-se a melhor forma de realizar um determinado processo com a menor quantidade de recursos, estes que por sua vez devem ser aplicados da maneira e na sequência adequados, para atingir a máxima eficiência global do sistema.

O pensamento enxuto ainda é apresentado na forma de princípios que buscam atingir os objetivos idealizados anteriormente, que podemos evidenciar no trabalho de Womack e Jones (1998) onde os autores elencam uma sequência de implementação dos cinco princípios apresentados. Assim temos:

- (1) Valor: Especificar o valor percebido pelo cliente em determinado produto final apresentado. O valor é definido pelo cliente final, porém é criado pelo produtor, ou seja, deve-se tentar definir precisamente qual o valor a ser agregado no produto que será percebido pelo cliente, seja este em forma de preço ou tempo

específico, por exemplo (SHINGO, 1996). Para obter sucesso nesta etapa, deve-se ter uma perspectiva do cliente, buscando atender ao máximo as suas expectativas e criando valor de acordo com sua necessidade, onde nesta relação o cliente propõe requisitos e o fornecedor propõe produtos.

- (2) Cadeia de Valor: O segundo passo para o pensamento enxuto refere-se à identificação dos fluxos de valor de um determinado produto ou família de produtos. A partir da identificação de um conjunto de ações específicas para realizar a entrega de um produto ao cliente final, expõe-se diversas atividades que podem não agregar valor de fato para o cliente, caracterizando-os como desperdícios. As atividades em geral podem ser classificadas em três grupos, as atividades que agregam valor; as que não agregam valor, mas são necessárias para o processo; e as que não agregam valor e não são necessárias. Este último grupo é definido como desperdícios elimináveis (KOSKELLA, 1997).
- (3) Fluxo: As etapas que agregam valor devem fluir satisfatoriamente, fazendo com que um item flua de um processo a outro de forma contínua, sem interrupções. O processo deve ocorrer de forma a possuir um fluxo contínuo para a entrega do produto final, tendo como foco as necessidades do produto.
- (4) Produção Puxada: *Lead times* são reduzidos drasticamente a partir da obtenção de um fluxo contínuo de produção, reduzindo lotes e criando equipes de trabalho balanceadas (WOMACK; JONES, 1998). Sendo assim, o sistema enxuto pode atuar de forma a ser puxado pelo cliente, uma vez que este gera uma demanda normalizada a partir da percepção do cliente de poder obter o produto mais rapidamente devido à redução de lead time considerável.
- (5) Perfeição: As quatro últimas etapas interagem de forma simbiótica, de forma a gerar o produto adequado, no tempo adequado a partir de valores identificados como necessários para o cliente, sendo os processos puxados pelo mesmo. Porém, a partir do fluxo contínuo e a aplicação das etapas previamente descritas é possível inferir que este não é o fim do ciclo, uma vez que desperdícios ocultos poderão ser identificados a partir da maior rapidez com que a produção contínua ocorre. Segundo Liker (2004), a interação com os outros princípios faz com que desperdícios sejam identificados, uma vez que o fluxo de valor flui cada vez

mais rapidamente, e, para que o estado ideal seja atingido, continua-se eliminando os desperdícios encontrados.

Para atingir tal eficiência e melhoramento contínuo a partir das necessidades do cliente, é necessário portanto identificar os desperdícios inerentes ao processo produtivo, ou seja, atividades que não alteram positivamente o valor agregado do produto entregue ao cliente.

Ohno (1997) e Womack e Jones (1998) identificam em seus trabalhos sete tipos de desperdícios, como segue:

- I. Superprodução: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações ou excesso de inventário;
- II. Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos;
- III. Transporte excessivo: Movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
- IV. Processos Inadequados: Utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando um processo mais simples pode ser mais efetivo;
- V. Inventário desnecessário: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente;
- VI. Movimentação desnecessária: Desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens;
- VII. Produtos defeituosos: Problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade de produto, ou baixa performance na entrega;

Liker e Meier (2006) ainda acrescentam em seu trabalho um oitavo item que pode ser encontrado nos processos produtivos das empresas de diversos setores, sendo ele:

- VIII. Inutilização da criatividade dos funcionários: referente à perda de ideias e pensamentos benéficos que os funcionários poderiam trazer à organização;

2.2 LEAN OFFICE – ESCRITÓRIO ENXUTO

A manufatura enxuta e o pensamento *Lean* tiveram como origem sistemas de produção ligados diretamente à produtos físicos, uma vez que estes foram derivados do Sistema Toyota de Produção, porém, com o passar do tempo, as necessidades de outros setores e o aumento da competitividade global como um todo, fizeram com que as empresas pensassem não somente no processo produtivo intrínseco ao processamento de materiais físicos, mas também nos processos corporativos e administrativos. As áreas administrativas passaram a ter destaque no cenário atual pois constata-se que a natureza administrativa dos custos envolvidos para a satisfação da demanda de um cliente pode chegar à 60% a 80% de todos os custos (TAPPING; SHUKER, 2010).

Nestas aplicações voltadas aos ambientes corporativos denota-se os fluxos de valor como fluxos de informações, que muitas vezes são de difícil identificação e de maior complexidade (OLIVEIRA, 2007). Concomitantemente, McManus (2003) exemplifica em seu trabalho as correspondências relacionadas a manufatura de produtos físicos e as atividades de escritório, que podem ser adaptadas conforme o quadro 2.

Quadro 2 - Comparativo de valor entre manufatura e escritório.

	MANUFATURA	ESCRITÓRIO
VALOR	Visível em cada passo; objetivo definido	Difícil de enxergar; objetivos emergentes
FLUXO DE VALOR	Partes e materiais	Informação e conhecimento
FAZER FLUIR	Iterações são desperdícios	Iterações planejadas deverão ser eficientes
DEIXAR O CLIENTE PUXAR	Guiado pelo <i>Takt Time</i>	Guiado pela necessidade da empresa
PERFEIÇÃO	Possibilita a repetição de processos sem erros	O processo possibilita melhoria organizacional

Fonte: Adaptado de McManus (2003).

Da mesma forma, pode-se adotar os conceitos de desperdício de Womack e Jones (1998) em sua totalidade (Superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, inventário desnecessário, movimentação desnecessária e produtos defeituosos) aplicados para o fluxo de informações. Os desperdícios relacionados à informação, exemplos e possíveis causas podem ser elencados conforme o quadro 3, adaptado de McManus (2003), que afirma que as atividades não manufatureiras e tangíveis podem ser relacionadas com os princípios do pensamento enxuto.

Quadro 3 - Tipos de desperdícios de informação, exemplos e causas.

Tipos de Desperdícios (Informação)	Exemplos	Causas
Superprodução Produção, distribuição de informações além do necessário	Detalhes e acuracidades desnecessários Empurrando, e não puxando, informações Disseminação excessiva	Tendência de produzir mais informações que o necessário; Mais detalhes que o necessário em etapas iniciais. Processo fora de controle. Mau entendimento da necessidade de cada usuário; Enviar informações para todos ao invés de atender necessidades específicas.
Espera Tempo ocioso devido à informações não disponíveis	Pessoas esperando por informações Informações esperando por pessoas	Falta de acesso; atualização prematura de bases de dados; aprovações múltiplas; processos mau organizados para prover informações. Informação criada prematuramente pode ser obsoleta no momento de utilização.
Transporte Excessivo Movimento desnecessário de informações entre pessoas, organizações ou sistemas	Informações manuseadas por múltiplas pessoas antes de chegar ao usuário Busca por informações Reformatação ou reentrada dados Troca entre computadores (ex: CAD para PC) para acessar informações	Falta de acesso direto devido à limitações do sistema de TI, ineficiências organizacionais, acúmulo de informações, problemas de segurança. Falta de caminhos de fluxo de informações claras, falha do processo em produzir a informação necessária. Tipos incompatíveis de informação (desenhos vs. descrições digitais); Softwares ou ferramentas incompatíveis. Incompatibilidade entre software e hardware.
Processos Inadequados Processamento de informação além dos requisitos	Formatação Excessiva/customizada Relatórios numerosos e fragmentados Processamento serial desnecessário Aprovações excessivas necessárias para liberação de informações	Falta de padronização. Padrão de saída de dados errado; Falta de entendimento das necessidades dos usuários com relação aos dados de saída. Projeto incorreto do sistema; falta de entedimento da capacidade do processamento. Mentalidade de focalizar ordens e controles.

Inventário Desnecessário Informação que não é utilizada ou que está "em progresso"	Informações Excessivas Fontes multiplas/redundantes Informações obsoletas Informações "apenas no caso de"	Falta de entendimento das necessidades do usuário. Tendência de cada um manter os seus próprios arquivos. Falta de controle de versões; Falta de um sistema disciplinado para atualizar e deletar informações antigas; Práticas e padrões inadequados de arquivamento de informações. Armazenamento e processamento de cada elemento de informação que os usuários processam, independentemente se um usuário final é identificado.
Movimentação Desnecessária Movimentação desnecessária humana (física ou entre ferramentas ou sistemas)	Andar até a informação, buscar informações impressas Operações excessivas de mouse e teclado Má organização física de informações	Falta de distribuição, acesso direto; Falta de acesso "online"; Falta de versões digitais de informações antigas. Falta de treinamento; interfaces má configuradas; versões de softwares incompatíveis; Informações excessivas para filtrar. Membros do time não estão localizados no mesmo local; Estrutura da organização inibe a formação de times.
Produtos Defeituosos Dados, informações e relatórios errados	Erros na divulgações/entrada de dados Erros na informações dadas ao cliente Informação não faz sentido para o cliente	Erro Humano; Padrões de dados de entrada incorretos. Falta de testes e verificações disciplinadas. Dados não tratados entregues quando o usuário requiere informações, recomendações ou decisões.

Fonte: Adaptado de McManus (2003).

Apesar da maior dificuldade de identificação e complexidade, diversos estudos evidenciam o resultado benéfico da aplicação do *Lean Office*. Evangelista et al. (2013), conforme Herzog (2003), citam por exemplo que estudos realizados na Alcoa, a maior produtora de alumínio do mundo, assim como na Bosch, retornaram resultados em que houve grande evolução no sistema. Na Alcoa aplicou-se os conceitos enxutos nos fluxos inerentes às funções de RH, jurídico, compras e financeiro, considerando as informações como um produto. Por sua vez, na Bosch fora identificado diversos fluxos de informações desnecessários entre seus departamentos administrativos, posteriormente promovendo melhorias em 32 processos administrativos uma vez que foram eliminadas atividades que não agregam valor, tornando o fluxo contínuo e sem paradas através de técnicas para redução de tempo.

2.3 GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO (BUSINESS PROCESS MANAGEMENT – BPM)

O Gerenciamento de processos de negócio, ou em inglês *Business Process Management* (BPM), é uma ferramenta na qual possibilita que a organização seja visualizada como uma série de processos funcionais interligados para atingir o objetivo de uma determinada atividade. Algumas características suportam esta definição de BPM, pois este é estruturado, analítico, pode possuir características funcionais cruzadas e é uma melhoria contínua nos processos (DETORO; MCCABE, 1997). Outras definições de BPM podem ser citadas a fim de complementar a visão de DeToro (1997), como a de Elzinga et al. (1995) que descreve o BPM como “uma aproximação sistemática e estruturada, para analisar, melhorar controlar e gerenciar processos com o objetivo de melhorar a qualidade de produtos e serviços.”

O BPM foca principalmente nos aspectos das operações da empresa que possuem uma possibilidade alta de alavancagem e uma grande proporção de valor agregado, sendo, portanto, “uma aproximação estruturada para analisar e melhorar continuamente as atividades fundamentais tais como a manufatura, marketing comunicações e outros elementos primordiais das operações das empresas” (ZAIRI, 1997), através da eliminação de desperdícios e agregação de valor nos processos (LEE; DALE, 1998).

Assim, o sucesso do BPM está atrelado à capacidade de solução de problemas de empresas, reduzindo custos e tempos de ciclo, atingindo os requisitos relevantes para o cliente e aumentando a consistência dos resultados obtidos. O BPM consegue atingir tais resultados pois possui características como foco no cliente, relação de gerenciamento entre funções de forma *hands-off* e faz com que o empregado tenha consciência e responsabilidade nos resultados e não somente em seu departamento (DETORO; MCCABE, 1997). Podemos identificar, portanto, que o BPM se alinha de forma sistemática aos princípios do *Lean* e *Lean Office*, focando no cliente e melhorando o fluxo de processos da empresa, a fim de obter maior consistência nos resultados alcançados, com o menor tempo possível e atingindo a maior quantidade de requisitos que o cliente espera. Tal alinhamento possibilita que o BPM seja utilizado em conjunto com os princípios da manufatura enxuta aplicados a ambientes corporativos.

Para evidenciar os processos e estruturá-los é possível utilizar o Modelo de Notação de Processos de Negócio, ou *Business Process Model and Notation* (BPMN). O BPMN possui elementos básicos que buscam mecanismos simples para a elaboração de um diagrama de fácil

entendimento, mesmo para atividades de negócio complexas (WHITE, 2004). As cinco categorias de elementos básicos da elaboração do diagrama serão explicadas a seguir. Para fins de simplificação e objetividade do trabalho, nem todos os elementos e extensões de elementos regidos na norma serão apresentados, somente aqueles que são relevantes à confecção e leitura deste trabalho.

2.3.1 Objetos de Fluxo

Os objetos de fluxo têm como objetivo definir o comportamento de um Processo de Negócio. Existem três objetos de fluxo: eventos, atividades e *gateways*. Os eventos são representados graficamente por círculos e significam acontecimentos relevantes no curso de um processo, como por exemplo o início e o fim de um processo, os quais são responsáveis pela alteração no fluxo do processo. As atividades são representadas por retângulos com cantos arredondados e representam as atividades realizadas durante o processo. Os losangos representam os *gateways*, que são utilizados para controlar a divergência e convergência das sequências de fluxo em um processo. Este determina ramificações, bifurcações e uniões de caminhos. O quadro 4 possui a representação gráfica de cada elemento.

Quadro 4 - Objetos de Fluxo.

Elemento	Evento	Atividade	Gateway
Notação			

Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

Os objetos de fluxo ainda possuem diferentes classificações, como podemos evidenciar nos seguintes subtópicos.

2.3.1.1 Evento

Os eventos possuem diferentes classificações, que representam diferentes situações na notação BPMN. O quadro 5 ilustra alguns tipos de eventos que podem ocorrer em um diagrama BPMN.

Quadro 5 - Tipos de Eventos.

Tipo de Evento		Notação
Evento padrão de início e término	Quando não há um ponto de partida ou condição que inicie o processo, utiliza-se a notação padrão, um círculo vazio. Caso seja o término do processo, este é representado por um círculo vazio, mas com borda espessa.	 
Mensagem	Quando o processo é iniciado a partir de uma mensagem, oriunda de outro participante e que define o início do processo, é utilizado a notação de uma carta circunscrita na notação padrão. Caso envie uma mensagem em seu término, o símbolo da carta é colorido de preto com borda espessa.	 

Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

2.3.1.2 Evento Intermediário de mensagem

Um evento pode ser intermediário quando acontece no meio do processo. Similarmente ao evento de mensagem, este representa um envio e um recebimento de mensagem através da ocorrência de um evento específico. A notação do evento intermediário de mensagem é composta por uma carta circunscrita por dois círculos concêntricos. A carta branca representa o envio e a carta preta representa o recebimento da mensagem.

Figura 1 - Eventos intermediários de mensagem.



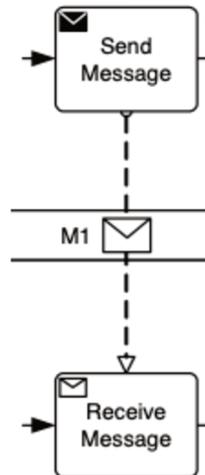
Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

2.3.1.3 Atividade

Atividades também possuem classificações, sendo uma das mais comuns, a de mensagem. A atividade padrão é representada por um retângulo de pontas arredondadas, contudo as especificidades de cada atividade podem ser representadas através de pequenos símbolos localizados no canto esquerdo superior. No caso de mensagens, este é representado

novamente pela carta branca ou preta, sinalizando o envio ou recebimento de mensagem oriunda da atividade.

Figura 2 - Atividade com envio e recebimento de mensagens.



Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

2.3.1.4 Gateway

O *gateway* pode significar diferentes tipos de direcionamento de fluxo. Os mais utilizados, exclusivo e paralelo, são definidos no quadro 6.

Quadro 6 - Tipos de *gateways*.

	Tipo de <i>Gateway</i>	Notação
Exclusivo	O <i>Gateway</i> exclusivo representa uma divisão no fluxo do processo de forma a representar a exclusividade de um caminho a ser seguido. Uma decisão determinará o fluxo do processo e, após o <i>gateway</i> exclusivo, o fluxo será direcionado apenas por um caminho. A notação do <i>gateway</i> exclusivo também pode ser utilizada para indicar a união de dois caminhos distintos.	
Paralelo	O <i>gateway</i> paralelo por sua vez representa uma divisão no fluxo do processo de forma a representar o prosseguimento do processo por mais de um caminho.	

Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

2.3.2 Dados

Os elementos de dados são representados por quatro elementos: Objetos de dados, Entrada de dados, Saída de dados e Armazenamento de dados. Objetos de dados provém informação sobre quais atividades devem ser realizadas e/ou o que elas produzem. Objetos de dados podem ser representadas de forma única ou em conjunto de dados. Entrada de dados e saída de dados provém as mesmas informações para processos.

2.3.3 Objetos de Conexão

Existem 4 objetos de comunicação, sendo eles: Fluxos de sequência, mensagem, associações e associações de dados. O fluxo de sequência mostra o fluxo entre atividades que serão realizadas, e sua respectiva ordem durante um processo. O fluxo de mensagem mostra o fluxo entre dois participantes que irão mandar e receber a informação. Associação é utilizada para realizar um elo entre informação e artefatos com elementos gráficos do BPMN. Anotações de texto e outros artefatos podem ser associados com os elementos gráficos. As notações dos elementos de gráficos podem ser observadas no quadro 7 adaptado de BPMN (2011).

Quadro 7 - Objetos de conexão.

Elemento	Notação
Fluxo de Sequência	
Fluxo de Mensagem	
Associação	

Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

2.3.4 Raias

As raias são classificadas de duas formas, e utilizam uma notação que busca como metáfora as raias de uma piscina. Diferentes raias possuem diferentes capacidades funcionais ou responsabilidades (TESSARI, 2008) possuindo, portanto, uma diferenciação visual passível de ser apresentada. A seguir representa-se a Piscina (*Pool*) e as raias (*Swimlanes*) no quadro 8.

Quadro 8 - Raias e piscina.

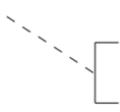
Elemento	Notação
Raias (<i>Swinlanes</i>)	
Piscina	

Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

2.3.5 Artefatos

Os artefatos são utilizados para prover dados adicionais sobre o Processo, sendo eles o Grupo e as Anotações de Texto. Grupos definem elementos de mesma categoria, porém com este agrupamento não se afeta a sequência do fluxo de processo. Categorias podem ser utilizadas para documentação ou para análises, e podem ser visualizadas facilmente através deste agrupamento. As anotações de texto provêm informações adicionais para o leitor do diagrama BPMN.

Quadro 9 - Artefatos.

Elemento	Grupo	Anotação de Texto
Notação		

Fonte: Adaptado de BPMN (2011).

2.4 5W1H (*WHAT, WHY, WHERE, WHEN, WHO, HOW*)

O 5W1H é uma ferramenta utilizada para a elaboração de um plano de ação para a eliminação de problemas. É uma ferramenta na qual busca-se evidenciar de forma organizada, através de perguntas, a atividade estudada, de forma a identificar as ações, onde elas ocorrem, quando ocorrem, por que ocorrem e quem é responsável pela execução. Por fim avalia-se também como a ação ocorre (RODRIGUES et al., 2016). O 5W1H auxilia na visualização,

gerencial, do processo a fim de verificar a sua evolução e a melhorar a segregação das atividades dentro de um processo (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008).

O nome 5W1H é um acrônimo composto pelas iniciais das perguntas realizadas em inglês: *what, why, where, who, when e how*. Este método também busca elucidar as funções e responsáveis dentro de cada atividade, a fim de evitar o fracasso de um projeto de melhoria, como citado por Peinaldo e Graeml (2007). Algumas variações mais recentes são propostas na literatura, como o 5W2H, o qual é similar ao 5W1H, embora haja a adição de uma pergunta que busca avaliar o “quanto” (*how much*), a fim de evidenciar o custo da atividade. Como neste trabalho o custo das atividades/processo não pode ser demonstrado de forma explícita, por questões de sigilo, a utilização do 5W2H não é vista como significativa, embora a revisão teórica para esta ferramenta possa ser utilizada por semelhança, apenas não considerando as questões que envolvem custos como definido por Zarpelon (2006). Assim, podemos inferir, portanto, que, apesar da simplicidade, a ferramenta pode ser utilizada em três etapas na solução de problemas, como citado por Lisbôa e Godoy (2012, apud SEBRAE, 2008):

1. Diagnóstico: na investigação de um processo, para a identificação de problemas e buscar as falhas.
2. Plano de ação: auxiliar na elaboração de um plano de ação para corrigir problemas.
3. Padronização: auxiliar na padronização de procedimentos modelo.

No quadro 10 a seguir é possível verificar o 5W1H.

Quadro 10 - 5W1H Definição e exemplo.

5W1H			
5W	What	O que?	Qual é a atividade? O que é realizado na atividade?
	When	Quando?	Quando é realizada? Em que momento é executada?
	Why	Por quê?	Por que é realizada a atividade?
	Who	Quem?	Quem realiza a atividade?
	Where	Onde?	Onde é executada a atividade?
1H	How	Como?	Como é realizada a atividade? De que maneira?

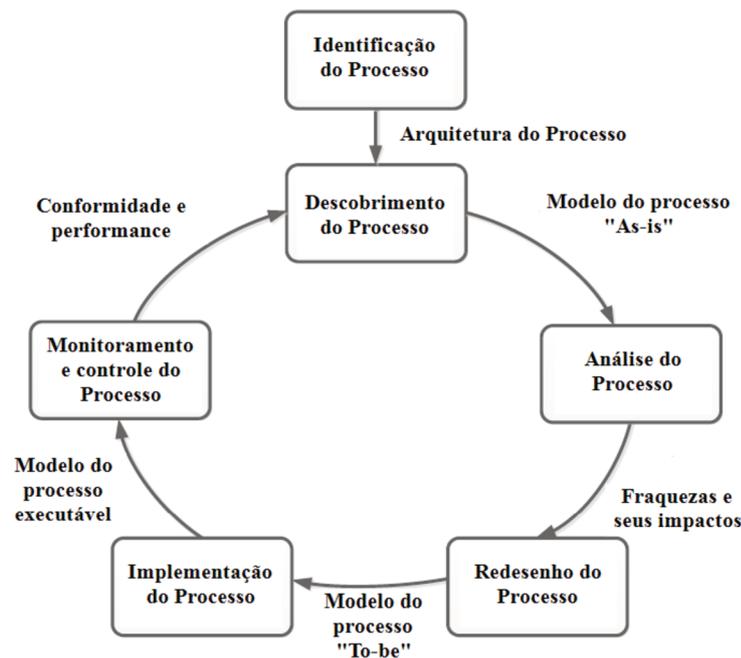
Fonte: Autor (2019) adaptado de Rodrigues et al. (2016).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ETAPAS DA PESQUISA

A metodologia do trabalho seguiu o ciclo BPM por Dumas et al. (2013) para pesquisa, ainda que sem a parte de implementação, que busca, nesta ordem: Identificar o processo, descobrir o processo, analisar o processo e redesenhar o processo.

Figura 3 - Ciclo BPM.



Fonte: Dumas et al. (2013).

3.1.1 Primeira Etapa – Identificação do processo

A primeira etapa teve como objetivo verificar o processo crítico do departamento de Engenharia de Manufatura da Embraer, já que inicialmente este trabalho buscará realizar uma proposta de melhoria apenas para o processo crítico, como definido anteriormente no escopo. Buscou-se identificar dentre todos processos, que são realizados no dia-a-dia do departamento, o processo que possuía características críticas, ou seja, que possuía maior impacto não somente no departamento, mas também na cadeira produtiva. Para realizar tal verificação, os processos foram elencados de acordo com dois critérios, importância e eficiência, sendo avaliados a partir da aplicação de um questionário com os engenheiros e técnicos do departamento de engenharia de manufatura a fim de formar um gráfico com zonas que delimitam suas principais características, como proposto por Garver (2003). A partir destas zonas, verificou-se o processo

a ser estudado de maneira minuciosa, pois a Inspeção de Primeiro Artigo (FAI) foi evidenciada na zona de ação urgente (maiores fraquezas), direcionando o restante do trabalho, já que segundo Dumas et al. (2013) o processo que deve ter o foco do trabalho deve ser aquele em que há grande valor criado ou o processo que possui problemas evidentes (ou ambos).

O questionário foi aplicado de forma simples e direta, individualmente, incluindo apenas o nome dos 7 processos que ocorrem diariamente no departamento e, para cada processo, a identificação da percepção dos participantes quanto à importância e a eficiência, a fim de obter respostas confiáveis que não exigiam um raciocínio muito amplo e tempo por parte do trabalhador. O questionário foi aplicado para a maior quantidade de pessoas disponíveis no departamento, que possuam mais de 5 anos de empresa, a fim de evidenciar a percepção de forma homogênea, já que neste período de tempo é possível afirmar que a pessoa, independentemente da tecnologia que ela se encontra atualmente, já participou de todos os processos do departamento. Como existem 5 tecnologias existentes no departamento, o questionário abrangeu, pelo menos, 3 pessoas de cada tecnologia (maioria absoluta), totalizando 18 pessoas, sendo realizado a média aritmética de todos os valores encontrados a fim de homogeneizar a percepção de todos que trabalham no departamento de engenharia de manufatura. A média pôde ser calculada através do *software* Microsoft Excel, bem como a elaboração do gráfico e a organização dos valores em uma tabela dinâmica.

3.1.2 Segunda Etapa – Descobrimto do processo

A segunda etapa do trabalho focou especificamente no processo crítico identificado na etapa anterior, que por sua vez foi modelado a partir da notação BPMN para a melhor visualização de suas características como: atividades, fluxos, interações, departamentos envolvidos etc. Nesta etapa o processo foi modelado em seu estado atual, “*As-is*”.

A etapa iniciou-se a partir da utilização de um fluxograma do processo de Inspeção de Primeiro Artigo disponível no Departamento de Engenharia de Manufatura, que serviu como base para o mapeamento do estado atual. A primeira reunião foi realizada em conjunto com a engenheira responsável pelo processo objetivando o mapeamento do processo atual, evidenciando e adequando o mapeamento disponível para a nova notação BPMN. Nesta etapa o mapeamento do estado atual foi realizado de forma a condizer com a realidade do processo, atentando-se para eventuais desvios que pudessem ocorrer a partir de sugestões prévias de

melhoria dadas pelos integrantes, para atividades que não estivessem mapeadas no fluxograma atual e para atividades que estivessem mapeadas mas não ocorrem efetivamente durante a execução atual do processo. Além da responsável pelo processo, outra pessoa-chave que executa parte do processo com maior frequência no departamento integrou a reunião a fim de contribuir para o mapeamento, identificando atividades e decisões inerentes ao processo. Esta reunião ocorreu de forma colaborativa, apresentando inicialmente o mapeamento existente e perguntando cada etapa do processo aos participantes. Como havia atividades não mapeadas, estas foram incluídas, assim como o caso de atividades que não existiam, que por sua vez foram excluídas do mapeamento. O mapeamento ocorreu, portanto, em etapas, iniciando-se a partir de uma visão geral do processo, identificando os principais subprocessos e posteriormente destrinchando o processo para o nível das atividades e seus respectivos fluxos de informações, interações entre sistemas e departamentos. A apresentação do fluxograma inicial, bem como a realização do mapeamento ocorreu de forma simultânea a identificação dos subprocessos e atividades, gerando um mapeamento em tempo real primeiramente no *software* Excel, uma vez que o *software* Bizagi não estava disponível no computador da sala de reuniões. Posteriormente, o autor do trabalho migrou o mapeamento para o *software* Bizagi, que é o mais comumente utilizado e possui as ferramentas necessárias para a execução do mapeamento de forma adequada na notação BPMN.

A apresentação da notação BPMN ocorreu no início da reunião a fim de evidenciar todos os elementos que compõe o diagrama de um processo, sendo explicado anteriormente a todos os participantes da reunião a fim de possibilitar o entendimento por completo de todos os envolvidos.

3.1.3 Terceira Etapa – Análise do Processo

Com o Modelo de Notação de Processos de Negócio a visualização dos processos se torna mais simples, de maneira a facilitar o entendimento e análise das causas raízes com relação aos desperdícios evidenciados nos processos. Assim, fora possível verificar as causas raízes dos desperdícios através da ferramenta 5W1H. Para identificar as atividades que deveriam ser tomadas ações, o 5W1H foi utilizado para verificar a situação de todas as atividades que compõe o processo crítico. A segunda reunião fora realizada com mesmos os engenheiros responsáveis pela aplicação, controle e monitoramento do processo crítico para elaborar uma análise crítica e

contramedidas para cada atividade, caso fosse aplicável. Nesta reunião, fora necessário que os 7 conceitos de desperdícios do *Lean Office*, assim como os 5 princípios da manufatura enxuta, fossem apresentados aos participantes de forma a possibilitar que todos pudessem analisar as atividades do processo e evidenciar os desperdícios encontrados efetuando a ligação entre os conceitos e os problemas encontrados nas atividades individuais.

Nesta terceira etapa é possível analisar o processo em três níveis diferentes, sendo o primeiro relativo as atividades localizadas dentro do processo geral. O segundo nível traz objeções com relação ao fluxo total do processo, ou seja, de maneira macro, para que o fluxo de informações seja analisado como um todo. O terceiro e último nível possui como característica principal a avaliação do processo geral com base em potenciais indicadores, caso o processo seja avaliado desta forma e estes apresentem resultados insatisfatórios. Contudo, este trabalho focou especificamente nas atividades, uma vez que a análise mais profunda de cada atividade originou propostas para melhoria da própria atividade, do fluxo como um todo e de possíveis indicadores, ou seja, nos três níveis anteriormente descritos.

Como as atividades foram identificadas anteriormente, a reunião teve como base a aplicação do 5W1H para cada uma das atividades, de 1 a 27. Os integrantes respondiam verbalmente as perguntas propostas pela ferramenta e ao final de cada pergunta chegava-se a um consenso quanto a resposta a ser adicionada no quadro da atividade respectiva. Para cada atividade, o quadro era escrito e preenchido diretamente no *software* Microsoft Word. O mesmo ocorreu para o preenchimento da análise crítica e contramedidas. Assim, todos os quadros de atividades puderam ser preenchidos, como será evidenciado ao longo deste trabalho.

3.1.4 Quarta Etapa – Redesenho do Processo

A quarta etapa objetivou a proposição de mudanças no processo. Os desperdícios inerentes aos processos foram evidenciados a partir da sequência anterior de etapas, logo, a quarta etapa buscou propor mudanças para o processo/atividades mapeados a fim de tornar o fluxo de informações e o processo de FAI no Departamento de Engenharia de Manufatura mais preciso, rápido e contínuo. Os conceitos do *Lean Office* também foram utilizados de forma acentuada nesta etapa, pois as propostas tiveram como base os princípios desenvolvidos nestas filosofias, alinhados à realidade do fluxo de informações estudado, de forma a realizar a

configuração de um novo processo “*To-be*”, ou seja, um plano futuro do mapeamento do fluxo do processo.

Nesta etapa, o autor percorreu as contramedidas realizadas, oriundas das etapas anteriores. Para a realização das propostas de mudanças, confrontou-se a adequação das contramedidas e problemas identificados através das análises críticas com o escopo do trabalho. Caso as contramedidas envolvessem projetos muito complexos, de implementação longa, com envolvimento de outras partes além do Departamento de Engenharia de Manufatura e/ou dependentes de aquisição de recursos para a implementação, estes foram desconsiderados para a elaboração do redesenho do processo. Com base nas contramedidas restantes, as propostas de mudanças puderam originar o estado futuro do processo, através do redesenho realizado no *software* Bizagi, a partir da modificação do mapeamento do estado atual.

Como a implementação da proposta de melhoria do processo, evidenciado pelo estado futuro mapeado, tem como limitante a implementação, como descrito no tópico 1.4 deste trabalho, a análise de agregação de valor se mostra uma ferramenta significativa para evidenciar o potencial de ganho através dos Índices de Agregação de Valor, sendo realizada a partir da classificação do autor quanto as atividades que compõe o processo estudado quanto a três quesitos: atividades que agregam valor, atividades que não agregam valor mas que são necessárias e atividades que não agregam valor. A classificação de todas as atividades, dos dois estados (*As-is* e *To-be*), ocorreu através do preenchimento de uma tabela no próprio Microsoft Excel, a fim de realizar a comparação entre os dois estados e os índices calculados. Os índices por sua vez puderam ser calculados através da soma de cada atividade, por classificação, dividida pelo total de atividades do mapeamento, originando a porcentagem representativa de cada classificação no processo. Com isto, estimativas de economia de tempo puderam tomar forma a partir da realidade existente do processo a fim de verificar os impactos da possível implementação da proposta no horizonte de meados de 2020.

4 DESENVOLVIMENTO

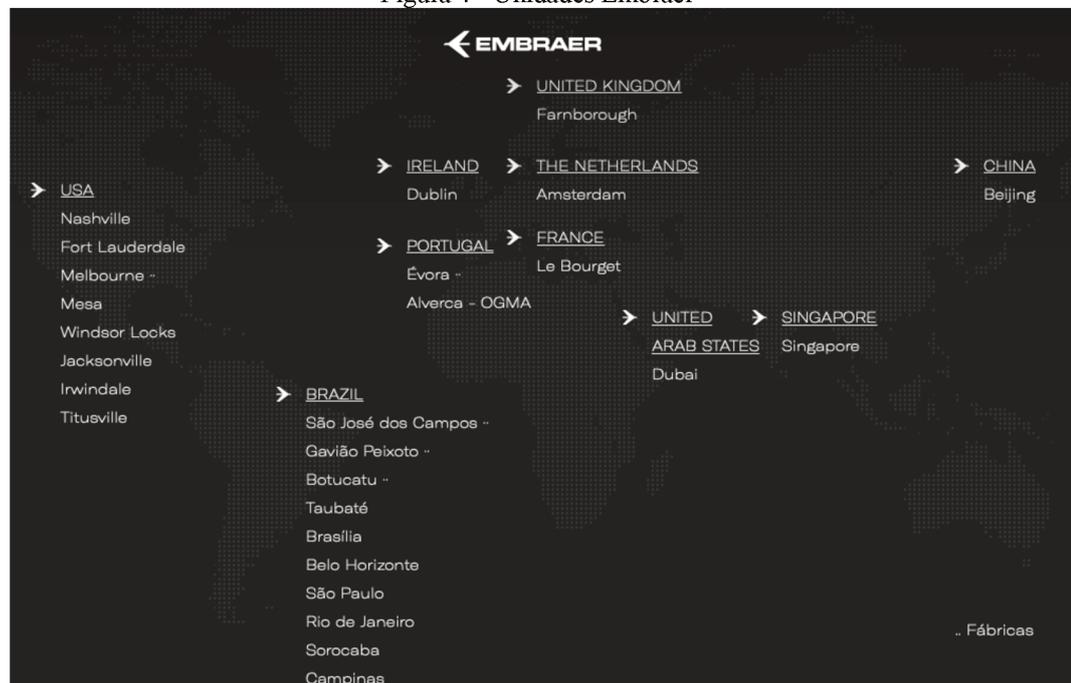
4.1 A EMPRESA

O presente estudo foi realizado na Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A., a Embraer. A Embraer é a terceira maior fabricante de jatos comerciais do mundo, sendo líder no segmento de até 130 passageiros e possuindo mais de 8,000 aeronaves entregues nos cinco continentes. Atualmente possui mais de 19,000 empregados (com mais de 85% baseados no Brasil) e gera mais de 5,000 empregos indiretos.

Fundada há 50 anos, a Embraer se especializou em diversos segmentos diferentes, como a aviação comercial, a aviação executiva, agrícola e defesa e segurança, oferecendo aeronaves de alto padrão que buscam a excelência no atendimento das necessidades de seus clientes. Com o passar dos anos, a Embraer adquiriu experiência no projeto, desenvolvimento, fabricação, venda e suporte pós-venda de aeronaves.

Hoje, a Embraer possui unidades de negócio, fábricas e suporte ao cliente ao redor do mundo, através de unidades próprias ou parcerias.

Figura 4 - Unidades Embraer



Fonte: <https://embraer.com/br/pt/presenca> (2019)

4.2 O DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUFATURA - DEM

4.2.1 Gerência de Engenharia de Manufatura da Aviação Executiva – AVE

A Gerência de Engenharia de Manufatura da Aviação Executiva é o setor responsável pelos processos produtivos de fabricação e montagem dos jatos executivos da Embraer. Atualmente a Embraer fabrica três linhas de jatos executivos, o Embraer Phenom, Legacy e Praetor. As equipes são divididas em programas (ex: Phenom) e/ou modelos (ex: Phenom 300), para que as supervisões sejam focadas especificamente em um determinado programa ou aeronave. Dentro de cada equipe ainda são agrupadas pessoas que possuem afinidade de tecnologias ou conhecimentos sobre processos de manufatura. Dentro da AVE, ainda é possível verificar duas áreas de trabalho, o Desenvolvimento Integrado de Produto – DIP – e o Sustaining. Para fins de objetividade, apenas o DIP será explicado a seguir, já que o Sustaining oferece suporte diretamente à produção e não faz parte do escopo do presente estudo.

4.2.1.1 *Desenvolvimento Integrado de Produto – DIP*

O Desenvolvimento Integrado de Produto, ou DIP, é responsável por elaborar e executar novas ideias, ou mudanças, a fim de se obter um produto final, certificado e com maturidade para a entrada no mercado. A área é responsável por desenvolver atividades e processos que possibilitam a industrialização dos produtos, através da coordenação e inter-relação de processos específicos. O DIP realiza a interface entre diversos departamentos diferentes que estão envolvidos na manufatura de aeronaves, como a engenharia de produto, a engenharia de ferramental e fornecedores.

Estudos de viabilidade são realizados pelo DIP a fim de poder avaliar a viabilidade de uma nova mudança/projeto ser implementada no programa de uma aeronave. Novas tecnologias, processos e métodos devem ser analisados pelo setor a fim de verificar sua elegibilidade para agregar positivamente à empresa.

O DIP diariamente realiza tarefas como a elaboração de roteiros de instalação de componentes e montagens na aeronave, inspeções de primeiro artigo e elaboração e manutenção de redes de precedência. O DIP também é por atender eventuais problemas que ocorrem na linha de produção. Caso o problema não seja relacionado à manufatura, este é endereçado para o departamento responsável, sendo avaliado posteriormente pelo setor de manufatura antes que

seja realizado qualquer mudança no processo produtivo ou produto. Assim, é possível coordenar e realizar a manutenção do processo de manufatura dos aviões.

Para garantir a robustez no processo de manufatura, o DIP também age de forma preventiva, a fim de detectar problemas antes da ocorrência. Projetos e desenhos são avaliados previamente pelo DIP antes de serem liberados para serem utilizados na elaboração de roteiros de instalação.

4.3 DEFININDO O PROCESSO CRÍTICO DO DIP

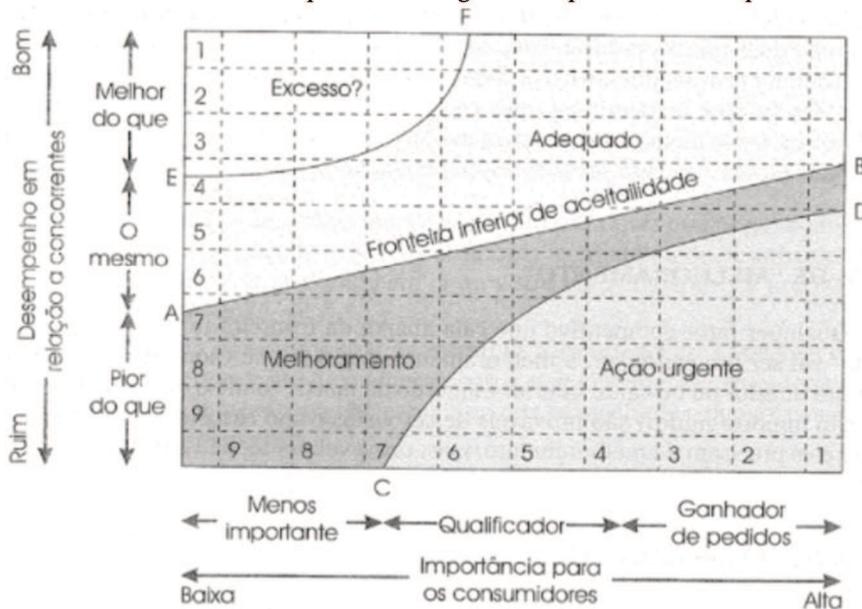
A identificação do processo é um conjunto de atividades que é realizado para definir sistematicamente um conjunto de processos de negócio de uma empresa, para estabelecer um critério claro a fim de priorizá-los (DUMAS et al., 2013). Logo, o departamento do Desenvolvimento Integrado de Produto possui diversos processos que ocorrem diariamente, portanto, é necessário identificar o processo crítico para que este trabalho seja direcionado.

Na literatura é possível encontrar diversos tipos de análise do processo a ser melhorado, sendo um dos mais comuns o proposto por Slack (1999). A partir da importância e do desempenho de cada fator competitivo, leia-se neste caso processo, é possível definir a prioridade para melhoramento. Os fatores podem ser posicionados no gráfico de acordo com o seu escore em cada um dos critérios avaliados. O gráfico por sua vez possui zonas de prioridade diferentes, nas quais representam as características prováveis e determinam as fronteiras para a classificação dos fatores competitivos (SLACK, 1999). No gráfico 1 é possível verificar a gráfico em questão.

A zona de “Excesso” representa fatores que possuem elevado desempenho, mas que talvez não sejam relevantes para os consumidores, ou seja, podem representar um excesso de recursos sendo direcionados a um fator pouco importante. A zona “Adequado” por sua vez, representam os fatores nos quais possuem uma importância relevante para o consumidor, e ao mesmo tempo possuem desempenho satisfatório. Nesta zona, são caracterizados os fatores que estão bem dimensionados na empresa. A zona “Melhoramento” é a região na qual os fatores poderiam ser melhorados, visto que necessitam um melhor desempenho para determinados níveis de importância. Estes são passíveis de mudanças, principalmente com relação ao seu desempenho, a fim de enquadrar os fatores na zona “Adequada”. Por fim, a zona de “Ação-Urgente” que é a zona crítica, na qual os processos que possuem elevada importância também possuem um baixo desempenho. Os objetivos de curto prazo, portanto, devem ser direcionados

para aumentar o desempenho de qualquer fator que caia nesta zona, a fim de obter um resultado que se enquadre, pelo menos, na zona de “Melhoramento” (SLACK, 1999).

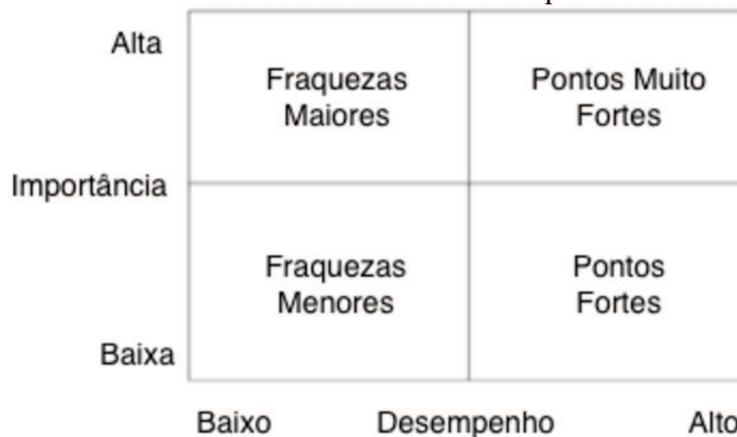
Gráfico 1 - Zonas de prioridade no gráfico importância-desempenho.



Fonte: Slack (2006).

Da mesma forma, outros autores adotam classificações semelhantes à proposta apresentada anteriormente. De forma simplificada, Garver (2003) propõe uma análise de performance-importância mais simplificada, com um gráfico de quatro quadrantes. Esta será o gráfico utilizado neste trabalho, adaptado para a realidade de avaliação do Departamento de Manufatura.

Gráfico 2 - Análise tradicional de Performance-importância tradicional.



Fonte: Adaptador de Garver (2003).

Através de um questionário simples aplicado a 18 pessoas chave do departamento, foi possível verificar a situação dos processos. Estas pessoas foram determinadas a partir das subdivisões nas quais o DIP está configurado. Atualmente, o DIP possui pessoas agrupadas por tecnologias: elétrica, mecânica, interiores, rede de precedência e integração. O questionário buscou avaliar os processos da área de forma a abranger todas as tecnologias, com pelo menos 3 pessoas de cada área.

O questionário possibilitou a avaliação de forma simples sobre os processos que ocorrem diariamente no departamento. Os sete processos mapeados no DIP foram avaliados pelas pessoas que responderam o questionário quanto à dois quesitos principais, a eficiência e a importância. Ambos os critérios tiveram como base de análise a experiência pessoal de cada pessoa do departamento e sua percepção sobre os processos que lá ocorrem. No departamento é comum a intercambialidade de processos entre as pessoas, ou seja, os processos não são realizados sempre pela mesma pessoa. Por isto foram avaliadas as pessoas com mais de 5 anos de empresa, tempo considerado suficiente para que a pessoa já tenha realizado cada um dos processos mais de uma vez na empresa.

A tabela 1 evidencia as médias aritméticas das notas dadas para os dois quesitos de cada processo, por cada participante, arredado para duas casas decimais. Apenas um processo é identificado propriamente no trabalho, por questões de sigilo, a pedido do Departamento de Manufatura da Embraer.

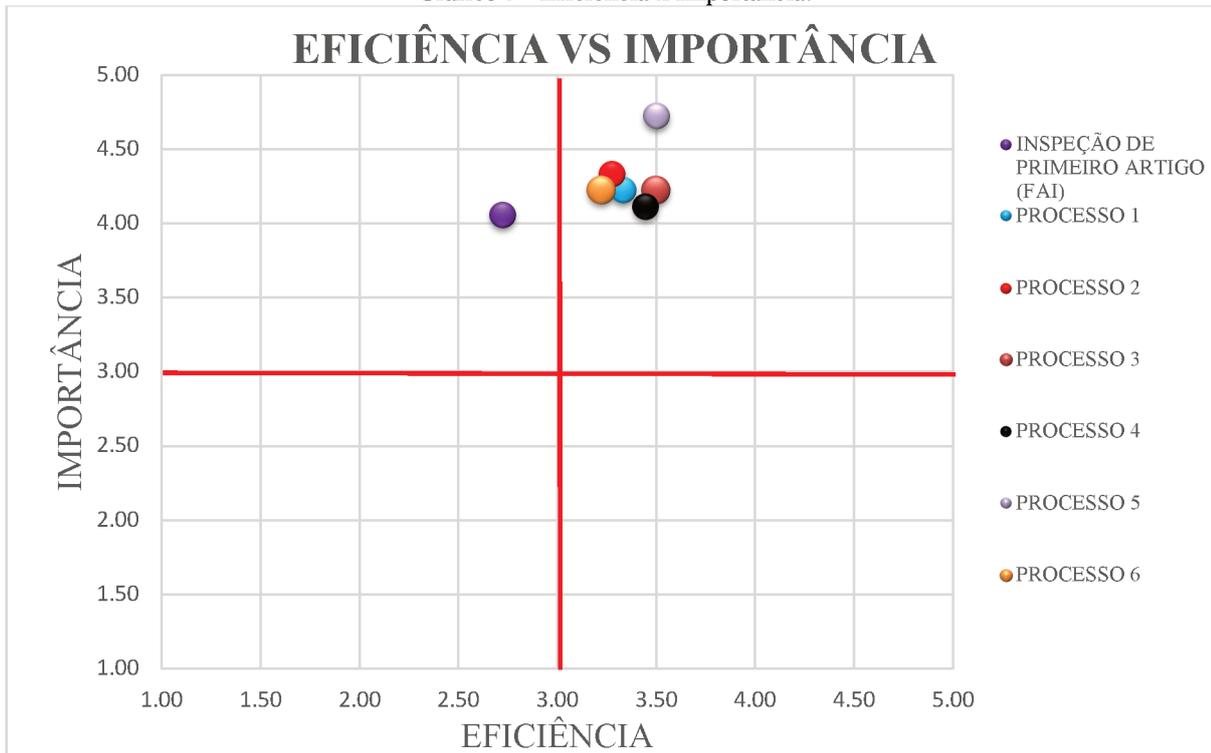
Tabela 1 - Média das Notas - Importância e Eficiência - para cada processo.

Média das Notas	Importância	Eficiência
Processo 1	4,22	3,33
Processo 2	4,33	3,28
Processo 3	4,22	3,50
Processo 4	4,11	3,44
Processo 5	4,72	3,50
Processo 6	4,22	3,22
Inspeção de Primeiro Artigo (FAI)	4,06	2,72

Fonte: Autor (2019).

Com isto, pode-se organizar os dados a fim de gerar o gráfico 3, ilustrando um comportamento peculiar.

Gráfico 3 - Eficiência x Importância.



Fonte: Autor (2019).

É evidente através do gráfico 3 que dentre os 7 processos estudados no departamento, 6 se encaixam no quadrante de pontos muito fortes, uma vez que estes 6 processos são vitais para o funcionamento do departamento para construção e certificação de aeronaves e possuem elevada eficiência. Contudo, um dos processos se destacou, a Inspeção de Primeiro Artigo – FAI. Este processo possui uma importância alta identificada pelos participantes da pesquisa, igualmente a outros processos, porém sua eficiência foi claramente apontada de forma a destoar dos outros processos. Ainda pelo gráfico 3, é possível identificar que o processo de FAI é o único que está localizado no primeiro quadrante, o quadrante das maiores fraquezas, ou seja, é um processo que tem alta importância no departamento, porém possui baixa eficiência. Logo, este é o processo crítico do departamento, que será objeto de análise e direcionará o rumo deste trabalho.

O modelo do questionário será apresentado na seção de anexos deste trabalho, modificado e parametrizado a pedido da empresa para que os processos que ocorrem diariamente no departamento não sejam mostrados explicitamente.

4.4 MAPEAMENTO DO PROCESSO DE INSPEÇÃO DE PRIMEIRO ARTIGO

Com a elaboração do gráfico de importância-eficiência foi possível identificar o processo de Inspeção de Primeiro Artigo como o processo crítico do DIP, sendo este o objeto de estudo deste trabalho.

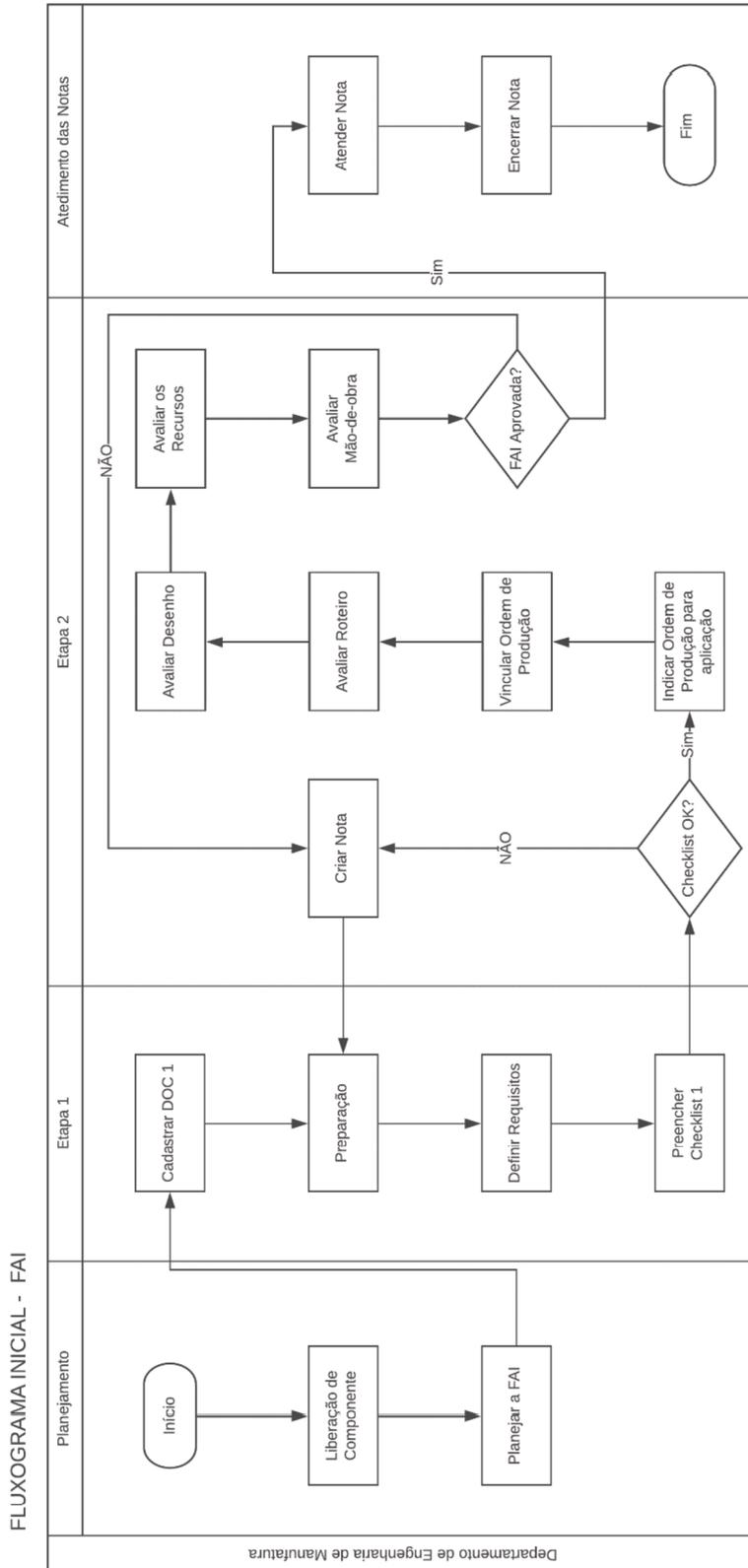
Contudo, para realizar a análise é necessário que o processo seja mapeado, a fim de evidenciar de forma clara o fluxo de informações, a sequência e as atividades que compõe a FAI. A elaboração de um mapeamento possibilita o entendimento do processo, e o compartilhamento do entendimento deste com outras pessoas que estão envolvidas diariamente no processo, pois muitas vezes as pessoas realizam atividades tão especializadas que não possuem a dimensão da complexidade do processo total. O mapeamento do processo também possibilita a identificação e prevenção de problemas (DUMAS et al., 2013).

Para a realização do mapeamento do processo de FAI, a notação BPMN foi utilizada, pois é uma notação complexa que possui diversos elementos que são representados graficamente. O objetivo do BPMN é prover uma notação que é de fácil entendimento para o leitor, desde analistas que criam os esboços iniciais até pessoas que irão gerir e monitorar este processo futuramente (BPMN, 2011).

A partir de um fluxograma inicial do processo já disponível no departamento, foi possível elaborar o mapeamento através da notação BPMN. O fluxograma foi lapidado para possuir os elementos que representam a realidade do processo executado pelo DIP, adquirindo os ícones padrões da nova notação. Uma reunião com os engenheiros responsáveis pelo processo no departamento, em conjunto com outra pessoa que participa diariamente do processo de execução, fora realizada a fim de identificar as atividades e decisões presentes no mapeamento atual do processo de Inspeção de Primeiro Artigo, partindo de uma visão macro do processo para os subprocessos até o destrinchamento completo das atividades e fluxos.

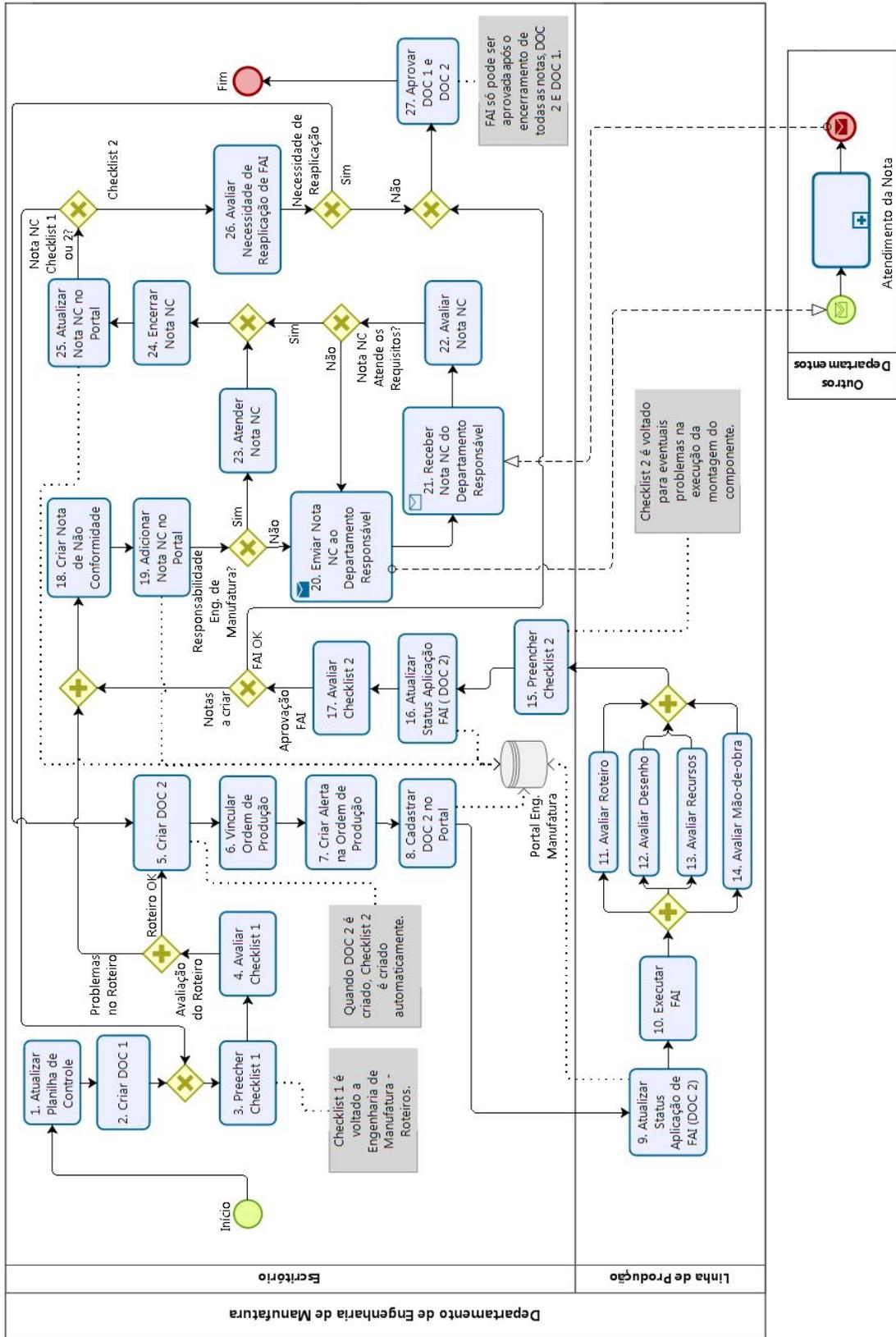
Através do novo mapeamento, é possível notar que o processo era representado de forma muito simples pelo fluxograma, omitindo informações importantes para a análise do processo. No mapeamento disponível também há informações erradas e inexistentes com relação ao fluxo do processo em seu estado atual, *As-is*. A correção dos itens apontados, assim como a inclusão de novas atividades, conforme o processo atual de inspeção que ocorre no departamento, pode ser visualizada no novo mapeamento realizado na notação BPMN, evidenciado no diagrama 1 a seguir. Os subprocessos serão apresentados posteriormente.

Figura 5 - Fluxograma Disponível.



Fonte: Adaptado de Embracer (2015).

Diagrama 1 - BPMN – As-is.



Fonte: Autor (2019).

Logo, é possível visualizar que o processo de Inspeção de Primeiro Artigo é um processo de inspeção que não é tão simples como representado em sua versão antiga, pelo fluxograma. O mapeamento através do BPMN aliado com o refinamento dos fluxos de processos, com a colaboração de pessoas que estão envolvidas diretamente e diariamente na FAI, possibilitou que o processo fosse evidenciado de forma clara e objetiva, ainda que completa.

4.4.1 Inspeção de Primeiro Artigo – FAI

Este subtópico explica o funcionamento do procedimento de FAI que ocorre especificamente no Departamento de Manufatura, buscando demonstrar a importância do processo e seu funcionamento. A aplicação de FAI não é de exclusiva utilização no setor aeronáutico, porém será abordada especificamente dentro do contexto da Embraer, já que é um processo necessário para a certificação de aeronaves pelos órgãos regulamentadores da aviação, sendo normalizado pela *International Aerospace Quality Group (IAQG)* através da norma *Aerospace Standards - AS9102* da *Society of Automotive Engineers International (SAE)*.

A FAI é um processo de inspeção que deve ocorrer em 100% dos componentes montados no primeiro avião de série da linha de produção. O objetivo da inspeção é evidenciar erros decorrentes de diversos aspectos que compõe a montagem de um componente na aeronave, como por exemplo o desenho técnico, o roteiro de instalação, entre outros, com o intuito de atingir melhoramentos significantes na qualidade e segurança, e reduções de custo ao longo do fluxo de valor. As organizações do setor de aviação, espacial e defesa devem continuamente melhorar a segurança e a confiabilidade de seus produtos, a fim de atender, ou exceder, as expectativas do cliente, as leis vigentes e os requerimentos de regulamentação (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS INTERNATIONAL, 2014).

A fim de realizar a inspeção pelo Departamento de Manufatura, a FAI inicia-se através da atualização de uma planilha de controle do departamento para verificar os componentes que estão liberados por processos anteriores e que estão disponíveis para serem montados e inspecionados. Após a atualização da planilha, para “em andamento”, a criação do DOC 1 é realizada pelo engenheiro de manufatura, a fim de gerar o *Checklist* 1 e preenchê-lo. Neste *Checklist* 1 há questões de múltipla escolha binários (sim, de acordo; ou não, em desacordo), referentes as informações do roteiro de instalação, sendo este *Checklist* voltado especificamente para o Departamento de Engenharia de Manufatura. Também há uma terceira opção para o

engenheiro marcar, caso a pergunta no *Checklist* não seja aplicável àquele determinado item. Caso haja alguma não conformidade, é criada uma nota de não conformidade (NC) para que determinado item seja corrigido no roteiro. Esta NC será reservada, e posteriormente cadastrada e vinculada ao DOC 2 em conjunto com outras NCs oriundas da montagem do componente na linha de produção. Após o preenchimento do *Checklist* 1, o engenheiro de manufatura pode criar o DOC 2. O DOC 2 é o documento que anexa o *Checklist* 2 (sendo criado automaticamente no momento de criação do DOC 2) e eventuais NC's que serão abertas a partir da inspeção na linha de produção. O *Checklist* 2 é voltado para a linha de produção, onde o engenheiro de manufatura acompanhará o primeiro processo de instalação de determinado componente no primeiro avião de série. Para realizar a inspeção na linha de produção, antes é necessário que o engenheiro de manufatura vincule uma Ordem de Produção ao DOC 2, para que este possa ser executado e o sistema de engenharia de manufatura dispare a ordem para a linha de produção. O DOC 2 deve ser então cadastrado no portal do departamento online para ser monitorado.

Na linha de produção, o operador deve primeiramente seguir as instruções de montagem indicadas no roteiro de instalação, enquanto o engenheiro de manufatura observa e avalia o processo com relação a alguns quesitos e itens indicados no *Checklist* 2 sem realizar qualquer tipo de interferência na montagem. Antes de realizar a avaliação dos itens, o engenheiro deve mudar o status do DOC 2 para “em andamento” no portal cadastrado. Logo, o engenheiro avalia todo o processo de montagem do componente a fim de poder responder os itens que estão descritos no *Checklist* 2, que englobam diversos quesitos como o roteiro (problemas de instalação, falta de instruções ou instruções erradas, informações no cadastro de ferramentas a serem utilizadas, se o tempo de instalação no roteiro é suficiente ou insuficiente para a montagem), desenho técnico (se o desenho técnico foi suficiente para a montagem, se todos os dados estão disponíveis, se estão claros e legíveis), recursos (se as ferramentas e ferramentais estavam disponíveis e em bom estado para utilização), e mão-de-obra (se o operador estava qualificado para realizar a montagem). Ao avaliar a montagem do componente através dos tópicos anteriormente descritos, o engenheiro pode preencher o *Checklist* 2.

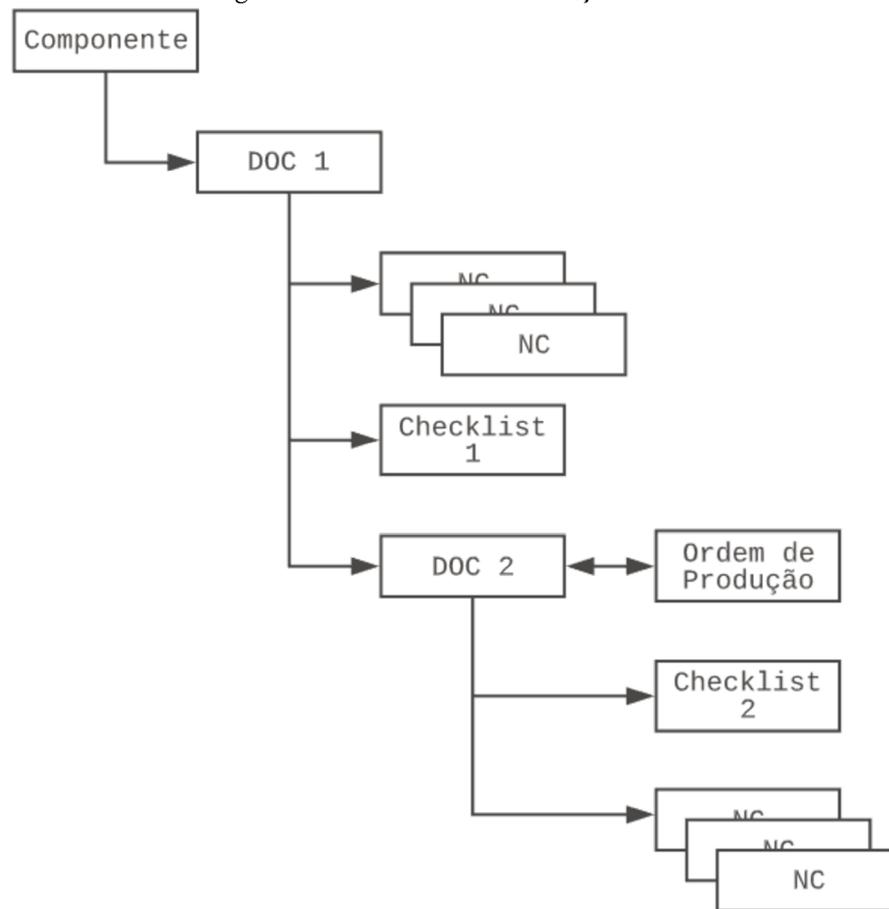
De volta ao escritório, o engenheiro atualiza no portal online o status do procedimento, neste caso como “FAI Aplicada”. A avaliação do *Checklist* 2 toma forma após a aplicação da FAI, onde avalia-se os itens que foram respondidos durante o processo de inspeção. Caso haja algum item não conforme, é criada uma NC e esta é vinculada ao DOC 2, juntamente com as NCs criadas na etapa do *Checklist* 1, e são cadastradas no portal.

Como *Checklist 2* abrange itens de diversas áreas da empresa, nem sempre a nota NC é de responsabilidade da Engenharia de Manufatura, ou seja, a NC pode ser encaminhada para o departamento responsável para que seja analisada e respondida. Após o atendimento da nota por parte do outro departamento, o engenheiro de manufatura analisa se os requisitos exigidos foram cumpridos, a fim de eliminar a não conformidade identificada. Caso não seja suficiente o atendimento realizado, a nota é encaminhada novamente ao departamento responsável para a realização de um novo atendimento. Ambas as NCs respondidas corretamente pela engenharia de manufatura, ou outro departamento, são aprovadas e encerradas pela engenharia de manufatura e atualizadas no portal online para o status “Aprovada”. Caso a nota seja referente ao *Checklist 1*, esta volta à etapa de preenchimento de *Checklist 1*, para uma nova avaliação e reinício do procedimento, do contrário é avaliado a necessidade de aplicação de FAI novamente no componente a fim de validar as mudanças realizadas no processo caso estas sejam significativas. Em uma nova decisão, se for necessária a reaplicação da FAI o processo retorna à etapa de preenchimento do DOC 2, vinculando uma nova ordem de produção e realizando uma nova inspeção. Se não for necessário a reaplicação da FAI, o DOC 2 e o DOC 1 podem ser aprovados e encerrados, concluindo o processo. Não é possível aprovar a inspeção caso estes documentos não sejam aprovados, uma vez que estes são interdependentes entre si, ou seja, a FAI só é aprovada após a aprovação do DOC 1, o DOC 1 só pode ser aprovado após a aprovação do DOC 2 e o DOC 2 por sua vez é aprovado somente após o atendimento de todas as NCs. O sistema de engenharia de manufatura da Embraer possui estes “bloqueios” para evitar que uma inspeção deixe de corrigir algum item de não conformidade. Se os documentos não forem aprovados, o avião não prossegue para a próxima posição na linha de produção.

4.4.2 Documentação Embraer

Para melhor compreensão da documentação Embraer, este subtópico busca mostrar as relações de dependência entre os documentos e seus anexos através da estrutura mostrada na figura 7.

Figura 6 - Estrutura da documentação da FAI.



Fonte: Autor (2019).

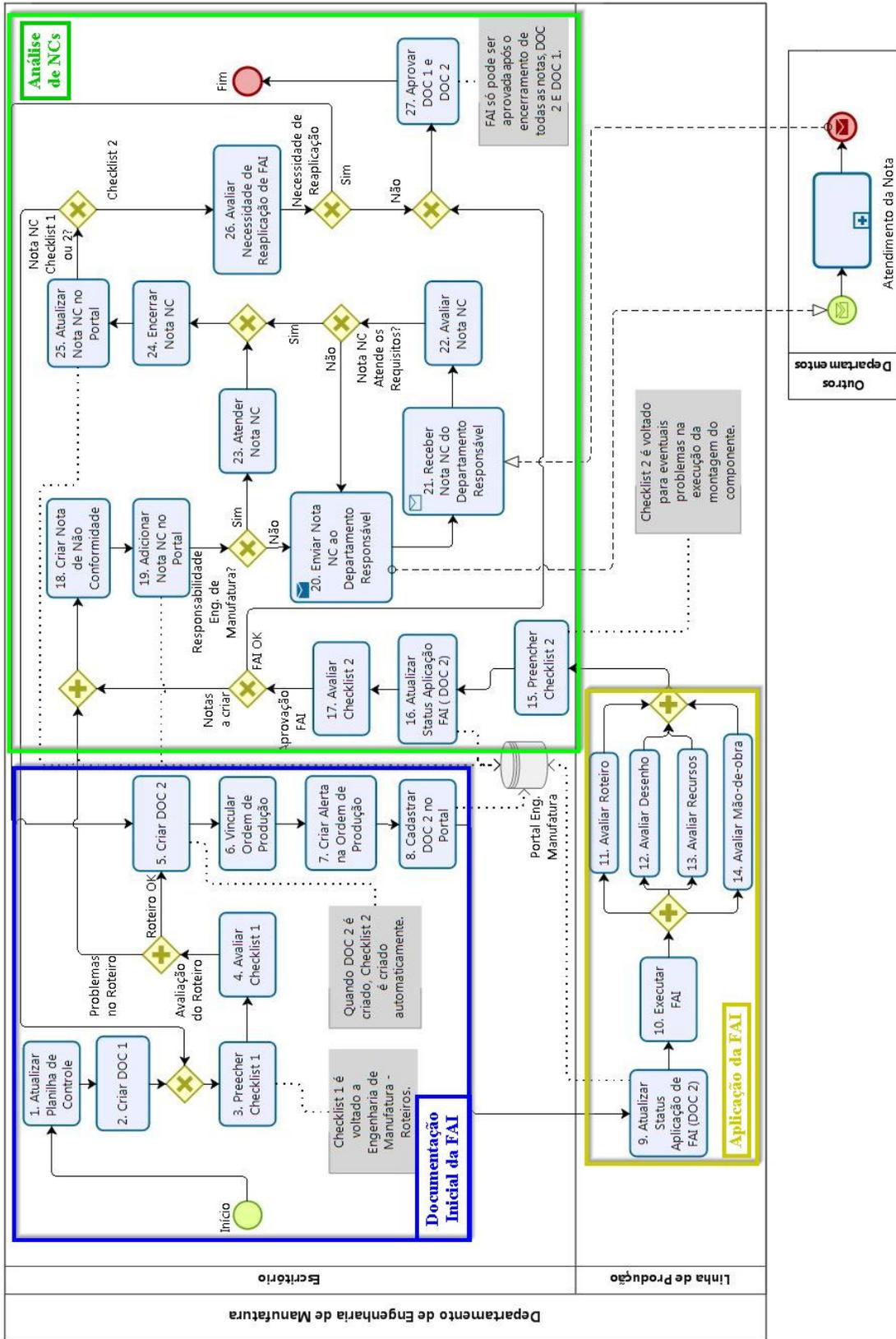
4.5 ANÁLISE DO PROCESSO

A fim facilitar a análise do fluxo de informações, o processo deve ser explicitado de forma a possibilitar o estudo de cada atividade independentemente. Com o fluxo de informações e atividades legíveis através do mapeamento BPMN fora possível verificar as atividades que demandaram a atenção deste trabalho, a fim de realizar um estudo mais profundo sobre possíveis desperdícios evidentes no processo.

A seguir serão apresentadas todas as atividades que compõe o processo em seu estado atual, bem como suas respectivas análises individuais através da aplicação da ferramenta 5W1H.

Para facilitar a compreensão do processo, este pôde representado através de três subprocessos, nesta ordem: documentação inicial da FAI, aplicação da FAI e análise de NCs. Graficamente, podemos verificar os três subprocessos, respectivamente, em azul, amarelo e verde no diagrama 2.

Diagrama 2 - BPMN – As-is - Subprocessos.



Fonte: Autor (2019).

Em conjunto com a ferramenta 5W1H, também fora possível realizar uma análise crítica de cada atividade a fim de identificar possíveis desperdícios e oportunidades de melhoria. A partir da análise crítica, contramedidas puderam ser propostas para mitigar os desperdícios e/ou implementar as oportunidades de melhoria identificadas. Esta etapa fora realizada em conjunto com 2 engenheiros do Departamento de Engenharia de Manufatura, responsáveis pela FAI, sendo realizada de forma colaborativa, tanto na utilização (respostas) da ferramenta 5W1H quanto na análise crítica e elaboração das contramedidas, utilizando-se os 5 princípios definidos pelo pensamento enxuto e os 7 conceitos de desperdícios definidos pelo *Lean Office* para a caracterização dos problemas encontrados.

4.5.1 Documentação Inicial

O primeiro subprocesso é a documentação inicial, cujo escopo principal é preparar a documentação necessária para o início da Inspeção de Primeiro Artigo.

A documentação inicial é composta pelas atividades de 1 a 8, e suas respectivas análises 5W1H podem ser visualizadas nos quadros 11 a 18 a seguir.

Quadro 11 - 5W1H do processo 1. Atualizar planilha de controle.

5W1H	1. Atualizar Planilha de Controle.
O que é realizado?	Atualização da planilha de controle do departamento.
Quando é realizado?	É primeira atividade do processo de FAI, realizada antes da criação do DOC 1.
Onde é realizado?	É realizado em uma planilha Excel compartilhada na rede interna do departamento de Engenharia de Manufatura Executiva.
Por que é realizado?	É realizada para controlar os componentes liberados para realizar a inspeção e verificar a elegibilidade de um componente a ser instalado.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	O engenheiro de manufatura atualiza a planilha com os dados atuais do próximo componente a ser instalado no avião. Verifica os dados referentes a liberação do roteiro de instalação, desenho técnico e o avião no qual a instalação ocorrerá, realizando uma dupla inspeção destes dados consultando o SAP.
Análise Crítica	Como o processo deve ser realizado em uma planilha "viva" (em que os dados mudam constantemente) que possibilite a participação colaborativa de todos do departamento, o preenchimento manual e em uma planilha de Excel na rede interna se mostra adequado, apesar de se mostrar uma atividade que demanda tempo e acuracidade de todos os envolvidos.
Contramedida	Não há contramedidas necessárias nesta atividade.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 12 - 5W1H do processo 2. Criar DOC 1.

5W1H	2. Criar DOC 1.
O que é realizado?	É realizada a criação do DOC 1.
Quando é realizado?	É realizada após a atualização da planilha de controle, para um determinado componente liberado para inspeção.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	A criação do DOC 1 é parte da documentação exigida pela Embraer para garantir a rastreabilidade dos componentes, sendo responsável por agrupar diversos outros documentos que garantem a instalação correta e a correção de erros que possam surgir durante a montagem de um componente na aeronave.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	O engenheiro é responsável por reunir os dados disponíveis na planilha de controle e adicioná-los no sistema de manufatura da Embraer na opção de criação de DOC 1. Os dados são compostos pelo número de série do componente, o centro de montagem, código do fornecedor, etc.
Análise Crítica	O processo não é lento, pois não são muitos dados que devem preenchidos para a criação de um DOC 1. Contudo, como os dados são provenientes de uma planilha "viva", estes devem ser adicionados manualmente.
Construtiva	O preenchimento dos dados poderia ocorrer de forma automática, apenas quando o componente for liberado na planilha da atividade 1, estando apto a FAI. Porém a comunicação entre sistemas, a compatibilidade entre linguagens de programação e formatação de dados podem ser problemas ao executar a atividade de forma automática.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 13 - 5W1H do processo 3. Preencher Checklist 1.

5W1H	3. Preencher <i>Checklist</i> 1.
O que é realizado?	O preenchimento do <i>Checklist</i> 1.
Quando é realizado?	Após a criação do DOC 1.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	É realizado para identificar possíveis não conformidades nos roteiros de instalação de um determinado componente.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	O <i>Checklist</i> é preenchido após a avaliação item a item do <i>Checklist</i> , selecionando entre 3 opções existentes (sim, não e N/A quando não é aplicável). A análise do roteiro tem como base verificar se o roteiro está completo, legível, com todas as ferramentas cadastradas e todos os documentos necessários para a instalação anexados (desenhos técnicos e normas). Caso haja uma não conformidade e a opção "não" seja selecionada, um campo com uma observação é aberto para a descrição do problema.
Análise Crítica	O processo é essencial para verificar a integridade do roteiro de instalação, sendo intrínseco à atividade a realização de forma manual e criteriosa, o que torna o processo lento.
Contramedida	O <i>Checklist</i> 1 é comparado a uma dupla inspeção para checar se o roteiro possui todas as informações de forma completa e legível. Contudo, esta inspeção poderia ser realizada no final do processo de elaboração de roteiro com o objetivo de garantir que todos os roteiros sejam liberados já em sua melhor versão. Porém, para realizar tal mudança, seriam necessárias alterações nas documentações específicas de cada componente e no processo de certificação e auditoria.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 14 - 5W1H do processo 4. Avaliar Checklist 1.

5W1H	4. Avaliar <i>Checklist</i> 1.
O que é realizado?	Avaliação do preenchimento do <i>Checklist</i> 1.
Quando é realizado?	Após o preenchimento do <i>Checklist</i> 1.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	É realizado para avaliar o preenchimento do <i>Checklist</i> 1 quanto as observações descritas em cada item marcado como não conforme, conferindo se os problemas realmente estão presentes no roteiro de instalação. Esta etapa é necessária pois a avaliação nem sempre é realizada pelo mesmo engenheiro que realiza o preenchimento do <i>Checklist</i> 1.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	Abrindo o <i>Checklist</i> e o roteiro de instalação para verificar a situação (sim, não e N/A quando não se aplica) de todos os itens avaliados. As observações descritas são verificadas e complementadas, se necessário.
Análise Crítica	A avaliação do <i>Checklist</i> 1 é importante para a identificação precoce de problemas ligados a uma das atividades do Departamento de Engenharia de manufatura, a elaboração de roteiros de instalação. Porém, independentemente dos erros de roteiro encontrados, o fluxo de informações segue para a inspeção em linha, onde acusa-se os mesmos erros encontrados nesta atividade e outros erros que podem ser ocasionados por este erro primário de roteiro. Os problemas encontrados ficam em espera para serem corrigidos em conjunto com os problemas encontrados no <i>Checklist</i> 2, em uma etapa posterior no fluxo do processo.
Contramedida	Atender todos os problemas que geram notas NC nesta etapa, antes de prosseguir para a criação do DOC 2 e realizar a inspeção FAI na linha de produção, com o objetivo de eliminar a duplicidade de NCs, evitar espera na criação e atendimento de NCs e evitar problemas secundários originados do problema de roteiro.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 15 - 5W1H do processo 5. Criar DOC 2.

5W1H	5. Criar DOC 2.
O que é realizado?	A criação do DOC 2, o qual é um documento vinculado ao componente, ao DOC 1.
Quando é realizado?	É realizado após o preenchimento e avaliação do <i>Checklist 1</i> .
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	É criado para realizar a abertura do <i>Checklist 2</i> , que é gerado automaticamente nesta etapa. O DOC 2 é o documento onde são anexadas e vinculadas as NCs encontradas durante o processo de inspeção na linha de produção e é vinculada a ordem de produção.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	Adicionando os dados do componente na opção de criação do DOC 2 no sistema de engenharia de manufatura, preenchendo com os mesmos dados do DOC 1.
Análise Crítica	A criação do DOC 2 é primordial para o processo de inspeção, pois neste documento é anexado diversas outras documentações como as notas de não conformidade e possibilita o vínculo de ordens de produção. Contudo, a criação do DOC 2 é extremamente manual, com o preenchimento de parâmetros idênticos aos da criação do DOC 1, já que os dois documentos são exclusivos de cada componente.
Contramedida	Realizar a execução automática da criação do DOC 2, a fim de evitar desgaste por parte do engenheiro de preencher os mesmos dados oriundos do DOC 1.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 16 - 5W1H do processo 6. Vincular Ordem de Produção.

5W1H	6. Vincular Ordem de Produção.
O que é realizado?	Vincula-se a ordem de produção no DOC 2.
Quando é realizado?	É realizado após a criação do DOC 2 e após liberação da ordem de produção do componente para a montagem na aeronave.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	É realizado para vincular a ordem de produção ao DOC 2, ou seja, é identificado que a FAI será executada no processo de instalação do componente relacionado em determinada ordem de produção. Caso não haja vínculo entre a ordem de produção e um DOC 2, não é aplicado FAI.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	Vinculando no sistema de engenharia de manufatura o DOC 2 e a ordem de produção. É realizada através de uma transação específica no sistema e requer o preenchimento de dados referentes ao componente, DOC 2 e a ordem de produção.
Análise Crítica	O vínculo deve ser executado sempre que houver a necessidade de execução de FAI em determinada montagem de componente, podendo ser identificado pela primeira ordem de produção oriunda de um componente, ou através da opção de reaplicação assinalada em uma NC. O processo é manual, e necessita dos mesmos dados referentes ao DOC 2 e DOC 1 preenchidos anteriormente.
Contramedida	Realizar a criação do vínculo entre a ordem de produção e o DOC 2 de forma automática, uma vez que o sistema já está alimentado com todos os dados necessários.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 17 - 5W1H do processo 7. Criar alerta na Ordem de Produção.

5W1H	7. Criar Alerta na Ordem de Produção.
O que é realizado?	É criado um alerta, no estilo Pop-up, na ordem de produção.
Quando é realizado?	É realizado após o vínculo da ordem de produção no DOC 2.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	É realizado para que o operador esteja ciente de que é necessária a aplicação da FAI naquele componente. A partir deste aviso, o operador na linha de produção solicita o acompanhamento do engenheiro de manufatura.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	É realizado dentro do documento da ordem de produção, através do preenchimento manual de dados do componente e do DOC 2. Como o roteiro de instalação é “ <i>paperless</i> ”, ou seja, totalmente digital, é criado um alerta antes de todas as operações de montagem dos componentes, o qual será disparado em formato de “pop-up” no início do processo de instalação.
Análise Crítica	Este aviso é necessário para o montador acione a engenharia de manufatura para o acompanhamento do processo de inspeção. Porém, ele é realizado manualmente, com dados já alimentados no sistema, o que torna a atividade morosa e repetitiva.
Contramedida	Automatizar o processo de criação de alerta na ordem de produção. Se a ordem de produção está vinculada à um DOC 2, é implícito que o componente necessitará da FAI, logo, o alerta pode ser criado na primeira operação da ordem de produção. Todos os dados já estão disponíveis no sistema.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 18 - 5W1H do processo 8. Cadastrar DOC 2 no Portal.

5W1H	8. Cadastrar DOC 2 no portal.
O que é realizado?	É cadastrado o DOC 2 no portal da engenharia de manufatura.
Quando é realizado?	Após a criação do alerta na ordem de produção.
Onde é realizado?	No portal da engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	O cadastro é realizado para que seja realizado o acompanhamento das Inspeções. Neste cadastro é possível visualizar o status do andamento da inspeção de cada componente.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	É cadastrado o DOC 2 no portal online da engenharia de manufatura, com o preenchimento das informações sobre o componente, DOC 2 e ordem de produção.
Análise Crítica	O cadastro no portal é essencial, pois nele é possível identificar como está o andamento dos processos de inspeção (pendente, em aplicação, aplicado e aprovado), uma vez que no sistema de manufatura da Embraer não é possível realizar a consulta do status de diversos componentes de uma vez. Contudo, o processo é semelhante aos anteriormente citados, com o preenchimento de dados já alimentados no sistema que a torna uma atividade repetitiva.
Contramedida	O cadastro no portal pode ser realizado de forma automática. Os dados já estão no sistema de manufatura, e podem ser importados através de um sistema automatizado para a nova plataforma.

Fonte: Autor (2019).

4.5.2 Aplicação da FAI

O segundo subprocesso é a aplicação da FAI, a qual é composta pelas atividades que estão diretamente ligadas à aplicação da inspeção *in loco*. Nesta etapa é realizada a inspeção na linha de produção, avaliando os critérios definidos conforme o andamento da instalação do componente. Este subtópico aborda as atividades de 9 a 14. A atividade 16 será representada neste tópico por possuir o 5W1H semelhante ao processo 9.

Quadro 19 - 5W1H do processo 9. Atualizar status aplicação de FAI.

5W1H	9. Atualizar o Status Aplicação de FAI (DOC 2)
	16. Atualizar o Status Aplicação de FAI (DOC 2)
O que é realizado?	É atualizado o status do andamento da inspeção do DOC 2 no portal da engenharia de manufatura.
Quando é realizado?	É realizado após o cadastro do DOC 2 no portal da engenharia de manufatura, e em dois momentos, antes e após a realização da inspeção.
Onde é realizado?	No portal da engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	É realizado para que o status do andamento da inspeção se mantenha atualizado no portal e os engenheiros do departamento realizem o acompanhamento e controle das inspeções.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	É realizado a partir do preenchimento/atualização do campo "status" no portal. O status é gerado pela ordem de produção que está vinculado ao DOC 2. No processo 9, momentos antes de iniciar a inspeção, o engenheiro de manufatura atualiza o status para "em aplicação". Após a realização da inspeção, na atividade 16, o engenheiro indica que a inspeção está "aplicada" (mas não aprovada, ainda).
Análise Crítica	O status da aplicação de FAI é muito importante para o processo de monitoramento das inspeções, pois mostra o panorama geral do andamento das inspeções. O engenheiro tem que atualizar manualmente o status de todos os componentes no portal, um esforço repetitivo e que pode acarretar a não atualização em tempo real dos status das inspeções.
Contramedida	Realizar a transferência do status da ordem de produção diretamente ao portal. Estes estão vinculados, possuem o mesmo status e podem ser realizados de forma automática.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 20 - 5W1H do processo 10. Executar FAI.

5W1H	10. Executar FAI.
O que é realizado?	O engenheiro de manufatura é acionado para realizar a execução da FAI, dando início ao processo de Inspeção de Primeiro Artigo.
Quando é realizado?	É realizada quando o componente liberado está apto e prestes a iniciar sua montagem na aeronave.
Onde é realizado?	Na linha de produção.
Por que é realizado?	É realizada para iniciar o processo de inspeção e notificar o engenheiro de manufatura para realizar o acompanhamento na linha de produção. Ao receber a notificação, o engenheiro se desloca para a linha de produção na qual ocorrerá a instalação.
Quem realiza?	Montador.
Como realiza?	O montador quando recebe a notificação <i>pop-up</i> na ordem de produção encaminha o pedido de acompanhamento para o departamento de manufatura, se deslocando ao escritório ou efetuando uma ligação telefônica.
Análise Crítica	O montador deve solicitar o acompanhamento do engenheiro de manufatura no início de seu processo de montagem. Deve-se alocar o engenheiro de manufatura que está disponível no momento para realizar a tarefa, o que em alguns casos demanda um tempo considerável. O montador não pode prosseguir com a montagem se não possuir o acompanhamento do engenheiro de manufatura.
Contramedida	De acordo com o andamento do avião e dos componentes que estão sendo instalados na linha, a notificação de acompanhamento deveria ser encaminhada automaticamente para o departamento de engenharia de manufatura, a fim de possuir um engenheiro na linha de produção no momento do início da instalação. Com o encaminhamento prévio do pedido de acompanhamento, o departamento de manufatura pode realizar um planejamento para sempre disponibilizar um engenheiro de manufatura de forma imediata.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 21 - 5W1H dos processos 11 a 14: Avaliar roteiro, avaliar desenho, avaliar recursos e avaliar mão-de-obra.

5W1H	11. Avaliar Roteiro	12. Avaliar Desenho	13. Avaliar Recursos	14. Avaliar Mão-de-obra
O que é realizado?	É realizada a avaliação/inspeção dos itens descritos, de cada categoria, no <i>Checklist</i> .			
Quando é realizado?	Durante a montagem do componente.			
Onde é realizado?	Na linha de produção.			
Por que é realizado?	É realizada para identificar problemas com relação ao roteiro de instalação do componente.	É realizada para identificar problemas com relação ao desenho técnico de instalação do componente.	É realizada para identificar problemas com relação aos recursos de instalação do componente.	É realizada para identificar problemas com relação à mão-de-obra que está instalando o componente.
Quem realiza?	Engenheiro de manufatura.			
Como realiza?	É realizado a partir do <i>Checklist 2</i> , avaliando a montagem de acordo com os itens presentes no <i>Checklist</i> . Anotações sobre eventuais problemas são realizadas para posterior preenchimento do <i>Checklist 2</i> , avaliando os itens em sim, para os itens conforme projeto, não, para os itens em não conformidade, e N/A para os itens que não são aplicáveis àquela instalação.			
Exemplos de itens a serem checados	Se as instruções de instalação estavam corretas, se faltou a indicação de alguma ferramenta ou ferramental a ser utilizado, se	Se o desenho estava correto, se o desenho estava legível, se o desenho não apresentava ambiguidades ou inconsistências etc.	Se os recursos necessários para a instalação estavam disponíveis (como ferramentas, ferramentais, componentes,	Se a mão-de-obra estava qualificada para realizar a operação de instalação, se o operador segue as normas

	faltou alguma instrução etc.		espaço físico etc.).	Embraer, se o operador está utilizando os Equipamentos de proteção individual (EPI) e coletivo (EPC) adequados etc.
Análise Crítica	<p>Os <i>Checklists</i> são primordiais para a realização da inspeção. Estes formam as diretrizes dos itens a serem checados e apontados caso haja alguma não conformidade. Este fora refinado há pouco tempo com a participação de engenheiros referência de cada tecnologia utilizada na aeronave sendo completo e não havendo diferenciação entre tecnologias (elétrica, mecânica, etc.). O mesmo <i>Checklist</i> é aplicado para todas as instalações de componentes nas aeronaves, o que ocasiona a avaliação de itens que não são relativos à tecnologia que está sendo instalada no momento. A avaliação completa faz com que o engenheiro de manufatura anote itens desnecessários, o que torna o processo lento, cansativo e que ainda pode desviar a atenção dos itens que realmente deveriam ser avaliados em determinada inspeção. O engenheiro de manufatura tem que anotar todos os itens para a atividade de preenchimento.</p>			
Contramedida	<p>A avaliação deve ser realizada de forma específica para cada tecnologia que está sendo instalada na aeronave, a fim de evitar distrações e esforços repetitivos por parte do engenheiro em avaliar e classificar diversos itens como "não aplicáveis". Mudanças na estrutura do <i>Checklist 2</i> serão necessárias para que a avaliação dos itens seja realizada de forma direcionada. O <i>Checklist 2</i> deve ser preenchido conforme a inspeção ocorre na linha de produção, através de computadores ou tablets que possuam acesso direto ao sistema de engenharia de manufatura.</p>			

4.5.3 Análise de NCs

O terceiro e último subprocesso é o responsável pela criação das notas de não conformidade e seu respectivo atendimento. Nesta etapa as correções são realizadas e os documentos aprovados. A análise de NCs é composta pelos processos de 15 a 27, conforme demonstrado nos quadros 22 a 33 a seguir.

Quadro 22 - 5W1H do processo 16. Preencher Checklist 2.

5W1H	15. Preencher <i>Checklist 2</i> .
O que é realizado?	Preenchimento do <i>Checklist 2</i> .
Quando é realizado?	É realizado após a inspeção e avaliação dos itens do <i>Checklist 2</i> na linha de produção.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	A finalidade do preenchimento do <i>Checklist 2</i> é anotar a situação dos itens avaliados durante as etapas anteriores.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	Preenchendo o <i>Checklist</i> através de opções pré-definidas (sim, não e N/A quando não aplicável) nos itens correspondentes à avaliação realizada nas atividades anteriores. Caso o preenchimento identifique uma não conformidade, um campo de observações é aberto para que o avaliador descreva o problema encontrado.
Análise Crítica	A atividade ocorre no escritório, quando deveria ocorrer logo após a inspeção ainda na linha de produção, ou durante a realização da instalação. O preenchimento posterior no escritório pode acarretar a perda de informações relevantes identificados durante a inspeção.
Construtiva	Realizar o preenchimento completo, ou parcial, do <i>Checklist</i> diretamente no sistema de engenharia de manufatura durante a instalação do componente através de tablets ou computadores portáteis.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 23 - 5W1H do processo 17. Avaliar Checklist 2.

5W1H	17. Avaliar <i>Checklist</i> 2.
O que é realizado?	A verificação da situação (conforme ou não conforme) dos itens inspecionados durante a instalação.
Quando é realizado?	Ocorre após a atualização do status da aplicação no portal da engenharia de manufatura.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	A atividade tem como objetivo primeiramente identificar e direcionar os componentes que foram aprovados em todos os itens para serem aprovados. Caso haja algum item não conforme, será realizado uma avaliação com relação as observações anotadas no preenchimento do <i>Checklist</i> para a posterior criação da NC.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	O engenheiro avalia cada item do <i>Checklist</i> focando nos itens não conformes que foram sinalizados com "não" (não conforme). O engenheiro analisa a observação descrita e efetua mudanças/complementações, se necessário. A avaliação é realizada para verificar se as informações disponíveis são suficientes para o entendimento do problema por parte do departamento que realizará o atendimento da NC.
Análise Crítica	A avaliação do <i>Checklist</i> busca avaliar os itens não conformes a fim de refinar a observação para facilitar o entendimento por parte do engenheiro responsável por atender a NC, o que pode caracterizar uma redundância no processo pois a observação deveria ter sido realizada e preenchida de forma completa na etapa de preenchimento do <i>Checklist</i> . Contudo esta verificação é necessária pois os dados preenchidos devem ser verificados com relação a universalidade dos dados preenchidos de forma a ser compreendido por qualquer pessoa que realizará o atendimento da não conformidade.
Contramedida	Não há contramedidas evidentes nesta atividade.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 24 - 5W1H do processo 18. Criar nota de não conformidade (NC).

5W1H	18. Criar nota de Não Conformidade (NC).
O que é realizado?	É criado a nota NC para cada não conformidade apontada no <i>Checklist 1</i> e/ou <i>2</i> .
Quando é realizado?	A NC é criada após a avaliação do <i>Checklist 2</i> , para as não conformidades encontradas tanto no <i>Checklist 1</i> e <i>2</i> .
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura da Embraer.
Por que é realizado?	A criação de notas NC possibilita a evidenciação de uma não conformidade a ser corrigida.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	A criação da NC é realizada através do preenchimento de dados relativos ao componente, instalação e observações anotadas no <i>Checklist</i> , endereçando ao departamento responsável pelo atendimento. Os dados são adicionados na opção de criação de NC dentro do sistema de engenharia de manufatura.
Análise Crítica	A atividade é realizada manualmente dentro do sistema de manufatura da Embraer, sendo necessária para a correção dos itens não conformes. O preenchimento dos dados é uma atividade repetitiva e manual com dados já disponíveis no sistema. Contudo, exige que o engenheiro realize a atividade manualmente, pois o texto com o problema, nas observações, deverá ser redigido para o departamento que será responsável pelo atendimento da NC e a explicação do ocorrido não é trivial para o sistema realizar de forma automática.
Contramedida	Contramedidas não são necessárias nesta atividade.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 25 - 5W1H do processo 19. Adicionar nota NC no portal.

5W1H	19. Adicionar nota NC no portal.
O que é realizado?	É realizado o cadastro da NC no portal da engenharia de manufatura.
Quando é realizado?	Após a criação da nota NC.
Onde é realizado?	No portal da engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	Com o cadastro das notas NC no portal é possível realizar o acompanhamento do andamento das NC, para verificar o status das notas e monitorar os responsáveis pelo atendimento.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	O engenheiro de manufatura cadastra a nota no portal, com o status “aberta”, preenchendo os campos solicitados com os dados referentes a nota, sua descrição e responsável(is) pelo atendimento.
Análise Crítica	O preenchimento é manual. Todos os dados são fornecidos pelo componente e a nota NC cadastrado no sistema de engenharia de manufatura, o que torna a atividade repetitiva.
Contramedida	A atividade pode ser realizada automaticamente embora a migração entre sistemas, sistema de manufatura e portal online, não seja trivial devido a formatação dos dados.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 26 - 5W1H do processo 20. Enviar nota NC ao departamento responsável.

5W1H	20. Enviar nota NC ao departamento responsável.
O que é realizado?	O envio da nota para o departamento responsável pelo atendimento da nota NC.
Quando é realizado?	É realizado após a criação da nota NC e o cadastro no portal da engenharia de manufatura.
Onde é realizado?	O envio é realizado através do sistema de engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	O objetivo é endereçar a nota NC para o departamento responsável pela análise e correção da não conformidade.
Quem realiza?	Sistema de engenharia de manufatura.

Como realiza?	A partir dos dados cadastrados no sistema, o sistema envia as notas de acordo com o campo "responsável" cadastrado na nota NC. Cada departamento possui uma conta na qual as notas são enviadas. Contudo, o envio é realizado apenas quando o engenheiro de manufatura altera o status da nota para "em atendimento".
Análise Crítica	Apesar de ser um sistema automático que envia a nota de acordo com os dados preenchidos na NC para a conta designada, o engenheiro deve alterar manualmente o status da NC.
Contramedida	A partir de criação da NC, esta deve ser enviada automaticamente para o departamento ao qual foi designado, para que então o departamento responsável altere o status da NC para "em andamento" quando efetivamente estiver analisando a não conformidade.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 27 - 5W1H do processo 21. Receber nota NC do departamento responsável.

5W1H	21. Receber Nota NC do Departamento Responsável.
O que é realizado?	Recebimento da Nota NC respondida.
Quando é realizado?	Após o atendimento da nota NC pelo departamento responsável.
Onde é realizado?	O recebimento ocorre através do sistema de engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	É realizado para receber as notas NC respondidas para futura análise.
Quem realiza?	Sistema de engenharia de manufatura.
Como realiza?	O recebimento é automático a partir da resposta do departamento responsável. Quando o responsável altera o status da NC para "respondido" a nota é encaminhada automaticamente para a conta de Engenharia de Manufatura.
Análise Crítica	O processo é realizado de forma automática e não requer nenhuma ação por parte da Engenharia de Manufatura.
Contramedida	Nenhuma contramedida é identificada pois o processo é eficiente e automático.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 28 - 5W1H do processo 22. Avaliar nota NC.

5W1H	22. Avaliar Nota NC.
O que é realizado?	A atividade consiste em avaliar o atendimento da NC, de acordo com as especificações do produto/processo e a não conformidade encontrada durante o processo de instalação na aeronave. A resposta é analisada e é aprovada caso o atendimento cumpra todos os requisitos exigidos pelas normas da Embraer e dos órgãos regulamentadores.
Quando é realizado?	A avaliação é realizada após o recebimento da NC atendida pelo departamento responsável.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	A avaliação da nota NC busca compreender se o atendimento corrigiu as não conformidades encontradas de forma clara e precisa. Caso contrário a nota é devolvida para o departamento responsável para um novo atendimento, com novas ressalvas.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	A avaliação não possui um método específico. Por se tratar de notas de diversos departamentos e tecnologias, cada nota possui uma especificidade que deve ser atendida de acordo com as suas características. De uma forma prática, o atendimento da nota é aprovado caso todos os pontos descritos na nota NC sejam atendidos e eliminem a não conformidade encontrada, de acordo com as normas Embraer estabelecidas.
Análise Crítica	O atendimento da nota é um processo que demanda tempo e conhecimentos específicos de cada engenheiro de manufatura para analisar se a NC foi atendida corretamente e possui todos os dados necessários para a eliminação dos problemas encontrados na linha de produção. Como a avaliação do atendimento da NC é realizada por engenheiros de manufatura especializados em diversas tecnologias diferentes, o processo ocorre forma eficiente.
Contramedida	Não há contramedidas evidenciadas nesta atividade.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 29 - 5W1H do processo 23. Atender nota NC.

5W1H	23. Atender Nota NC.
O que é realizado?	Atendimento da Nota NC.
Quando é realizado?	É realizado após o encaminhamento da NC para o departamento de engenharia de manufatura.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	O atendimento é realizado para eliminar os problemas evidenciados pela nota NC encontrados na linha de produção.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	O engenheiro de manufatura verifica a descrição da nota NC para identificar a não conformidade existente e realiza as correções necessárias de acordo com as normas e procedimentos Embraer vigentes. Dentro do departamento de engenharia de manufatura existem engenheiros que dominam diferentes tecnologias (elétrica, mecânica, interiores, etc.) podendo ser realizado o direcionamento da NC para o engenheiro com a prontidão necessária para o atendimento. O atendimento busca corrigir as não conformidades alterando procedimentos, roteiros, ferramentas, etc. que originaram a NC. Conforme as ações são realizadas, o engenheiro preenche o campo referente a resposta, dentro da NC, indicando as mudanças realizadas e anexando a documentação que é gerada durante a atividade.
Análise Crítica	O procedimento de análise não possui um método específico para atendimento, tendo como base as boas práticas, as normas e os procedimentos descritos nos documentos Embraer. O atendimento depende da experiência do engenheiro em avaliar as questões de diferentes tecnologias.
Contramedida	O atendimento deve ser direcionado para o setor do departamento que é responsável por determinada tecnologia, a fim de evitar que a NC seja redirecionada para outros engenheiros que possuam o conhecimento necessário.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 30 - 5W1H do processo 24. Encerrar nota NC.

5W1H	24. Encerrar Nota NC.
O que é realizado?	A nota de não conformidade é encerrada.
Quando é realizado?	A NC é encerrada após ser aprovada na etapa de avaliação da NC.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	É realizada para evidenciar a correção de uma NC.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	O engenheiro de manufatura altera a Nota NC para o status "aprovada" no sistema de engenharia de manufatura. Antes de alterar o status, o engenheiro pode complementar as notas encerradas com observações, se considerar necessário.
Análise Crítica	O encerramento da NC é realizado de forma manual, para que haja uma dupla verificação da resposta. Os dados do engenheiro e do componente ficam vinculados a nota NC e são realizados automaticamente na alteração do status.
Contramedida	O encerramento da NC poderia ser realizado no final da etapa de análise, caso a nota NC seja considerada aprovada.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 31 - 5W1H do processo 25. Atualizar nota NC no Portal.

5W1H	25. Atualizar Nota NC no Portal.
O que é realizado?	O status da nota NC é atualizado no Portal.
Quando é realizado?	É realizado após o encerramento da nota.
Onde é realizado?	No portal da engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	A atualização é necessária para o acompanhamento das NCs. Anteriormente a nota NC foi cadastrada no sistema com o status "aberta", e após aprovada deve ser atualizada para "fechada". Assim, busca-se o controle das notas NC que estão pendentes, a fim de cobrar os responsáveis pelo atendimento.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	A partir da Nota NC aprovada, o engenheiro de manufatura localiza a NC no portal com os dados fornecidos pela nota. Depois, atualiza o campo "status" digitando "fechada".

Análise Crítica	O processo é manual e repetitivo, pois geralmente existem muitos componentes a serem atualizados.
Contramedida	Poderia ser realizado de forma automática, ou pelo próprio engenheiro que encerra a nota.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 32 - 5W1H do processo 26. Avaliar a necessidade de reaplicação a FAI.

5W1H	26. Avaliar Necessidade de Reaplicação da FAI.
O que é realizado?	É avaliado a necessidade de reaplicação da inspeção para determinado componente.
Quando é realizado?	É realizado após a correção de todas as não conformidades através das notas NC aprovadas.
Onde é realizado?	No portal da engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	A avaliação é realizada pois caso as mudanças sejam consideráveis, uma nova aplicação da inspeção é obrigatória.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	A necessidade de reaplicação da FAI é avaliada através de um método da Embraer, no qual, em linhas gerais, considera uma aplicação de FAI necessária quando o componente altera um dos 3 F's: <i>Form</i> , <i>Fuction</i> ou <i>Fit</i> . Em português, caso um componente seja alterado em sua forma, função ou encaixe, este deverá ser reaplicado FAI. Apesar deste critério, caso o engenheiro considere a reaplicação necessária por outro motivo que tenha um impacto considerável na instalação do componente, a FAI pode ser reaplicada. No cadastro da nota é possível alterar um campo no qual indica a reaplicação da FAI.
Análise Crítica	A avaliação é realizada individualmente, para cada componente. É efetuada de forma manual e a avaliação é, em parte, subjetiva, apesar do critério dos 3F's, dependendo do entendimento do engenheiro com relação as modificações realizadas.
Contramedida	Não há contra medidas evidentes nesta atividade.

Fonte: Autor (2019).

Quadro 33 - 5W1H do processo 27. Aprovar DOC 1 e DOC 2.

5W1H	27. Aprovar DOC 1 e DOC 2.
O que é realizado?	O DOC 1 e DOC 2 são aprovados e encerrados.
Quando é realizado?	É realizado após todas as atividades do processo.
Onde é realizado?	No sistema de engenharia de manufatura.
Por que é realizado?	A aprovação é necessária para evidenciar a aprovação do componente com relação ao seu processo de instalação e projeto. A aprovação dos documentos deixa o componente elegível para ser instalado em todas as aeronaves subsequentes na linha de produção.
Quem realiza?	Engenheiro de Manufatura.
Como realiza?	A partir do encerramento da nota NC o engenheiro pode alterar o status no sistema de engenharia de manufatura do DOC 2 e DOC 1 para "encerrada" e atualizar o status do DOC 2 no portal da engenharia de manufatura para “aprovada”.
Análise Crítica	A aprovação da documentação relacionada a FAI é realizada manualmente. É um processo simples que aprova a documentação necessária para liberar a aeronave da posição atual na linha de produção.
Contramedida	Não há contramedidas necessárias nesta etapa.

Fonte: Autor (2019).

4.6 REDESENHO DO PROCESSO

O redesenho tomou forma a partir das mudanças que foram propostas nas atividades e fluxo de informações, a fim de contemplar as análises críticas e contramedidas evidenciadas no tópico anterior. O redesenho do processo é uma atividade que busca a melhoria na qualidade dos produtos e serviços através da reorganização e o repensar dos processos de negócio. Como geralmente as pessoas que estão ligadas ao processo não estão dispostas ou preparadas para repensar toda a estrutura do processo, é comum as pessoas estarem cientes apenas da sua própria contribuição, não se atentando nas atividades anteriores e posteriores, nem no processo como um todo. Até mesmo para os coordenadores de projeto, onde o esperado é que possuam uma “visão de helicóptero”, estes estão mais preocupados com a realização das tarefas diárias do que com o melhoramento estrutural do processo (DUMAS et al., 2013). Porém, o objetivo deste trabalho foi evidenciar os pontos de melhoria e propor mudanças para um sistema mais eficiente

dentro do departamento de manufatura, considerando a opinião e a experiência dos usuários que estão inseridos nas tarefas diárias do processo e também a visão do autor que é uma pessoa nova no departamento e que pôde trazer novos pontos de vista acerca do processo realizado. Assim buscou-se aliar as experiências dos engenheiros com uma visão sem vícios do processo de inspeção de primeiro artigo.

A partir das mudanças propostas a seguir fora possível realizar o redesenho do processo, que demonstrou a proposta definida no escopo deste trabalho, para a melhoria da Inspeção de Primeiro Artigo, através do mapeamento do estado futuro.

4.6.1 Mudanças nas atividades

As mudanças nas atividades foram evidenciadas para melhorar o funcionamento das próprias atividades, embora contribuam indiretamente para o melhor funcionamento do processo como um todo. Neste tópico serão abordadas as mudanças propostas com relação às atividades. No tópico seguinte serão abordadas as mudanças propostas no fluxo de informações em decorrência da alteração das atividades e das propostas para o fluxo de informações do processo.

Iniciando com os processos 5, 6, 7 e 8, fora possível verificar que melhorias podem ser realizadas com relação a eficiência do processo. Os desperdícios relacionados aos conceitos do *Lean Office*, inventário desnecessário e transporte excessivo, identificados em seus respectivos problemas são evidentes, uma vez que as diversas redundâncias na alimentação de dados no sistema estão presentes e as informações são manipuladas por múltiplos engenheiros, caso as tarefas sejam realizadas por pessoas diferentes. Com a automatização do sistema é possível eliminar estes dois desperdícios, através da entrada única de dados no início do processo e a criação de todas as documentações iniciais da FAI pelo próprio sistema de engenharia de manufatura.

De forma semelhante, os processos de atualização do status do DOC 2, 9 e 16, podem ser realizados pelo sistema de engenharia de manufatura, através da aquisição de dados provenientes da ordem de produção conforme o andamento da inspeção, eliminando, portanto, a redundância no preenchimento de formulários com dados já presentes no sistema.

Com isto, verifica-se que a alteração principal nestes processos é a transferência da responsabilidade do preenchimento de formulário para o sistema de engenharia de manufatura,

uma plataforma que é capaz de realizar estas atividades automaticamente, eliminando os desperdícios caso estas sejam realizadas pelos engenheiros do departamento.

A última mudança relacionada às atividades do processo é referente a realização da avaliação dos itens do *Checklist 2* durante a inspeção na linha de produção. Atualmente o *Checklist 2* possui todos os itens de diversas tecnologias, independentemente do componente a ser inspecionado. O refinamento do *Checklist 2* para que este seja específico para determinadas tecnologias é responsável por direcionar a avaliação do engenheiro de manufatura, reduzindo o tempo de análise e evitando distrações acerca de itens não relevantes. Assim, com a realização da avaliação através do novo *Checklist*, a atividade não precisa ser avaliada em todos os itens atualmente dispostos. A simplificação do *Checklist* é evidenciada no diagrama “*to-be*” através da simplificação das atividades de avaliação 11, 12, 13 e 14, convergindo para uma única atividade.

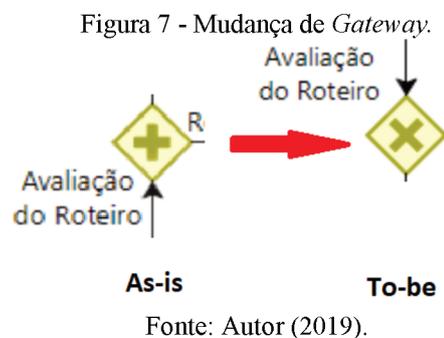
Ainda nesta atividade, para evitar desperdícios referentes à espera e transporte de informações, o preenchimento do *Checklist* deve ser realizado através de *tablets* ou computadores portáteis durante a inspeção na linha de produção, unindo as atividades de avaliação e preenchimento do *Checklist*.

4.6.2 Mudanças no fluxo de informações

A primeira mudança no mapeamento, referente ao fluxo de informações do departamento, não altera somente a eficiência do processo, mas também aumenta sua eficácia. Após a atividade número 4, avaliar *Checklist 1*, o processo sofre uma divisão representada por um *gateway* de realização de atividades paralelas, já que o processo, independentemente de identificar problemas no *Checklist 1*, seguia para a FAI *in loco*. Isto significa que o processo possui dois desperdícios inerentes ao fluxo de informações caso alguma não conformidade fosse encontrada no *Checklist 1*. O primeiro desperdício identificado é relacionado ao conceito de espera do *Lean Office*, uma vez que as informações não conformes do *Checklist 1* ficam ociosas esperando a realização da FAI para serem cadastradas em conjunto com as NCs oriundas do *Checklist 2*. Da mesma forma, há atrelado neste problema o conceito de desperdício de inventário desnecessário, pois existem informações geradas que não estão sendo utilizadas no momento e estão apenas aguardando a realização da inspeção na linha de produção. Ainda no conceito de desperdício de inventário desnecessário, a redundância de informações é recorrente, pois as não conformidades de roteiro são evidenciadas novamente durante a

instalação do componente na linha de produção, podendo ainda ocasionar outras não conformidades devido às instruções erradas ou à falta de informações.

Ainda nas alterações de fluxo de informações, fora possível propor uma mudança com relação ao tipo de *gateway* localizado entre as atividades 4 e 5. Contrário ao *gateway* de paralelismo, é utilizado o *gateway* de exclusividade, ou seja, somente com a aprovação do *Checklist 1*, e todas as suas NCs aprovadas, o processo é liberado para a criação do DOC 2 e a FAI na linha de produção. Assim, todas as não conformidades de roteiro são eliminadas, não havendo espera para cadastro e atendimento de NCs e eliminando o problema de redundância de informações de roteiro geradas pelos *Checklists 1* e *2*.

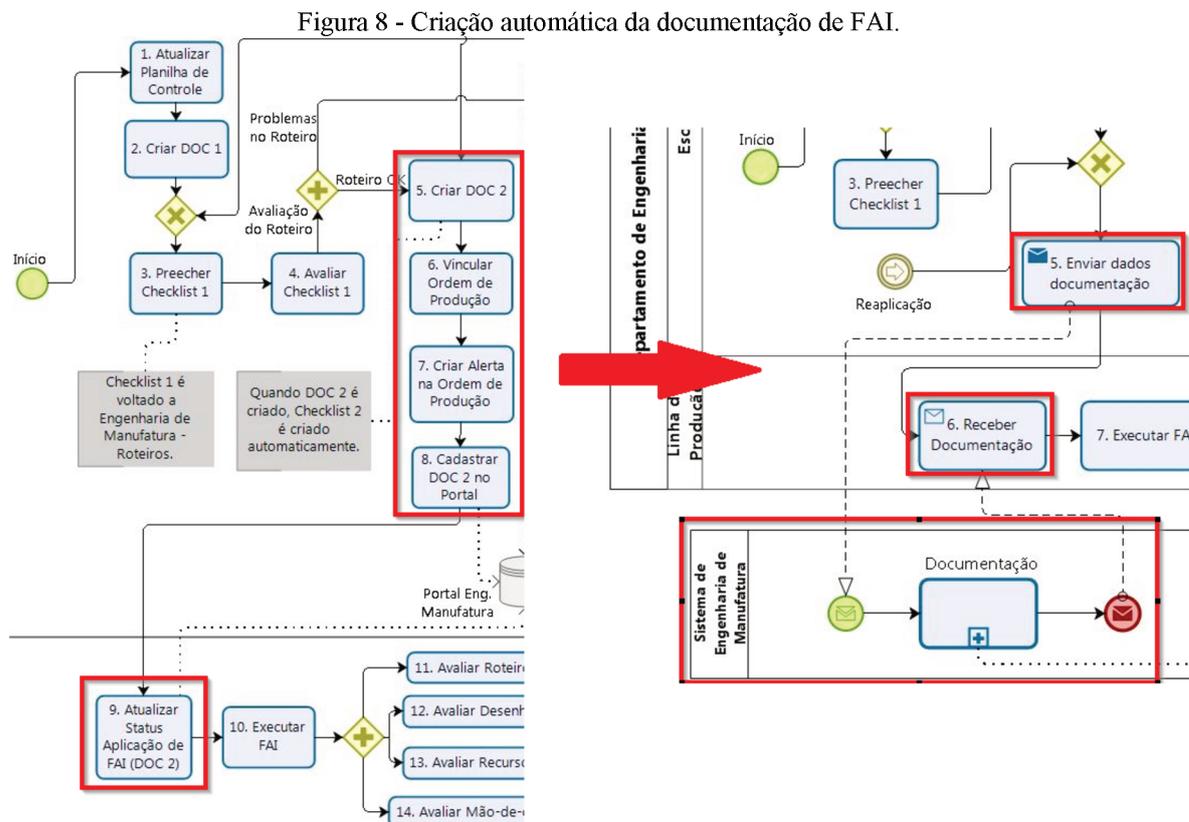


A segunda mudança no fluxo de informações é evidenciada a partir da mudança na forma em que as atividades são realizadas. As atividades do estado atual, 5, 6, 7 e 8, referentes à criação do DOC 2, realização do vínculo da ordem de produção no DOC 2, criação do alerta na ordem de produção e o cadastro do DOC 2 no Portal, serão alteradas com relação as suas atividades, tornando-se automáticas e realizadas pelo próprio sistema de engenharia de manufatura. Com isto, o fluxo de informações é alterado de forma a, após a avaliação do *Checklist 1*, fornecer os dados necessários para o sistema de manufatura, representado pelo novo processo 5, “enviar dados documentação”, que é realizado de forma automática pelo sistema. O fornecimento de dados será demonstrado no diagrama BPMN “to-be” através de dois novos processos, meramente ilustrativos, pois não necessitam do efetivo envio e recebimento de dados por parte dos engenheiros de manufatura, já que estes dados estão contidos no próprio sistema.

O fluxo de informações total do processo é alterado de forma a direcionar o engenheiro de manufatura diretamente para a aplicação da FAI *in loco*, uma vez que toda a documentação

necessária é gerada a partir do sistema de engenharia de manufatura com os dados inseridos inicialmente no sistema pelo engenheiro.

A terceira mudança no fluxo de informações do processo é semelhante à mudança realizada na criação dos documentos da FAI. Como o processo de atualização do status das inspeções é efetuado de forma manual pelos engenheiros de manufatura, a atividade é cansativa e sujeita a erros uma vez que a quantidade de inspeções para serem atualizadas é elevada (cerca de mais de 1000 inspeções em um pacote de mudanças “simples” no avião).



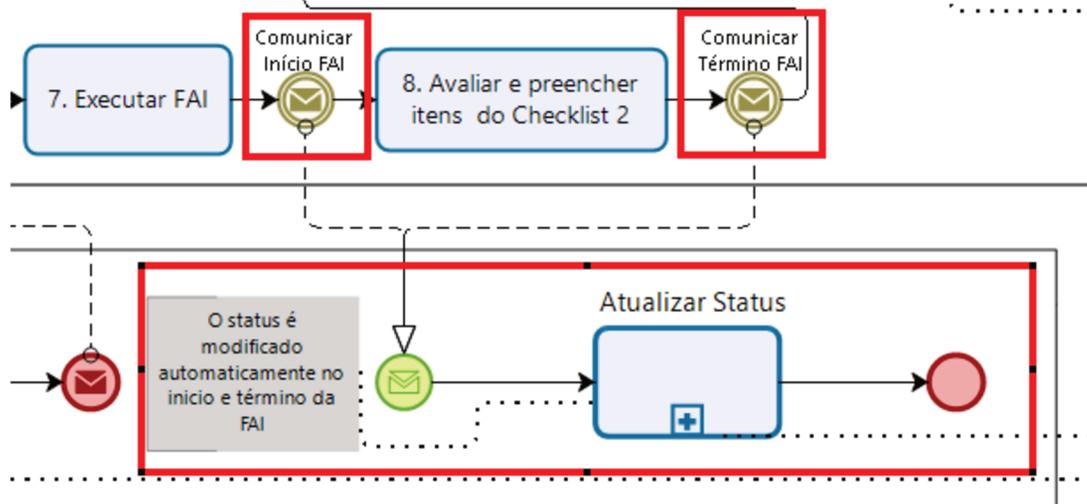
Fonte: Autor (2019).

O status da ordem de produção é semelhante ao status do DOC 2, podendo ser realizado automaticamente pelo sistema de engenharia de manufatura, alterando o status do DOC 2 para assemelhar-se ao status da ordem de produção. Quando a ordem de produção estiver “em andamento”, o DOC 2 estará “em aplicação”. Quando a ordem de produção estiver “completa”, o DOC 2 estará no status “aplicado”. Isto significa que as mudanças aplicadas diretamente na forma com que as atividades são realizadas alteram o fluxo de informações, pois o engenheiro de produção não realizará manualmente a atualização de status. Consequentemente, o engenheiro de manufatura focará nas atividades de inspeção na linha de

produção, reduzindo o tempo total do processo. Esta mudança é demonstrada no diagrama “to-be” a partir de dois eventos intermediários que representam a comunicação entre a ordem de produção na linha de produção e o sistema de engenharia de manufatura.

As mudanças propostas alteram o fluxo de informações de modo que a interação entre os engenheiros e o portal do departamento de engenharia de manufatura seja realizada apenas para o cadastro e a atualização das NCs, que são documentos que possuem informações subjetivas e podem sofrer alterações ao longo do processo. Para os documentos que possuem dados existentes no sistema e são “imutáveis” (número de série do componente, centro de instalação, etc.) a comunicação é realizada de forma automática entre o sistema de engenharia de manufatura e o portal do departamento, simplificando o processo, eliminando possíveis erros humanos no preenchimento de dados, evitando atividades repetitivas e de lenta execução.

Figura 9 - Alteração nos processos de atualização de status do DOC 2.

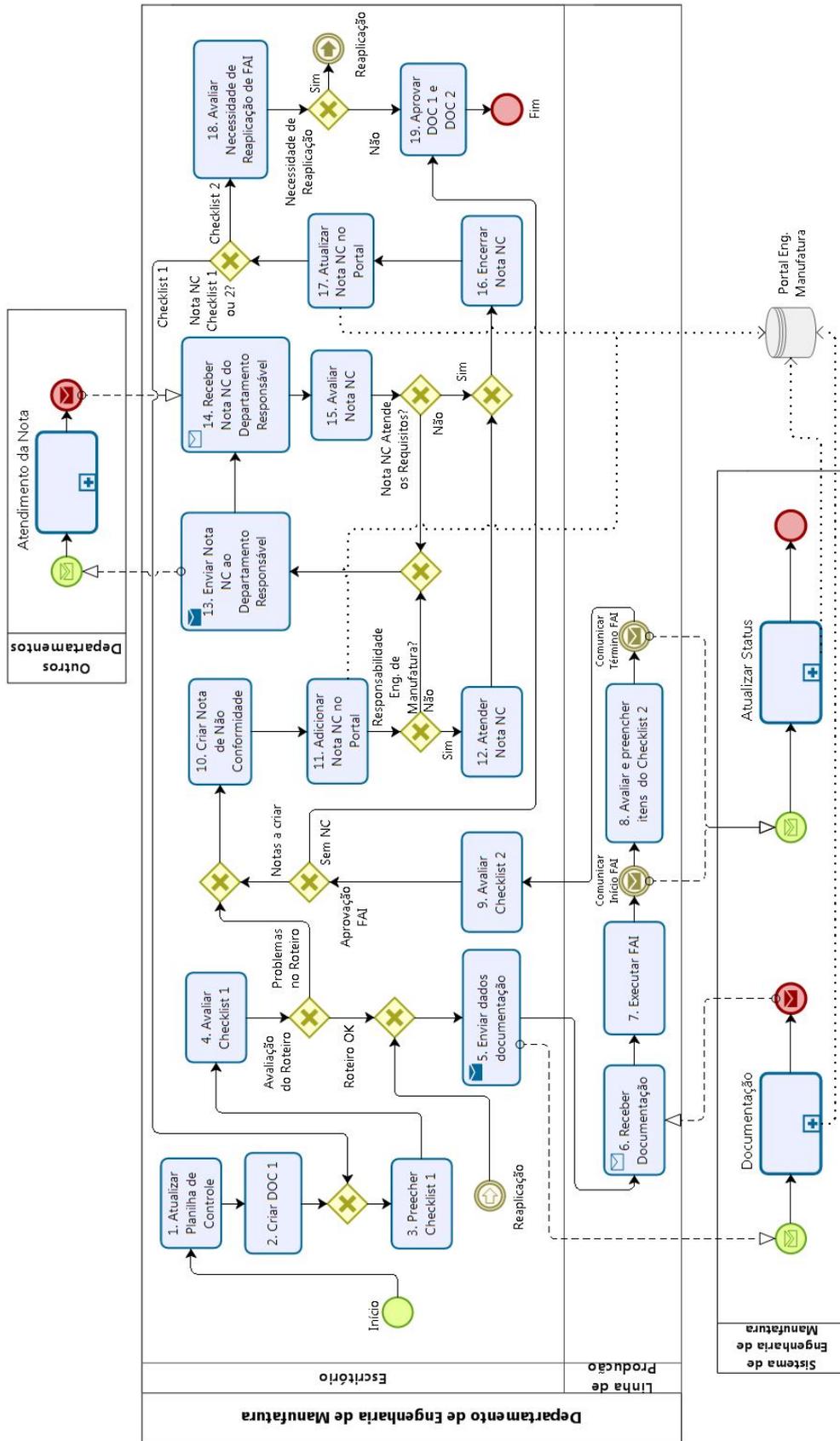


Fonte: Autor (2019).

É importante ressaltar que todas as mudanças referentes às atividades e ao fluxo de informações são oriundas das análises críticas e contramedidas identificadas através do 5W1H aplicado para cada atividade realizada atualmente no processo de FAI. Contudo, apesar de outros pontos serem passíveis de modificações, este estudo buscou mudanças que não necessitassem grandes alterações no processo de documentação, que é exigida para a certificação de aeronaves, ou grandes adaptações entre sistemas, suas linguagens de programação e formatação de dados. As mudanças aqui apresentadas objetivaram melhorias significativas a curto prazo.

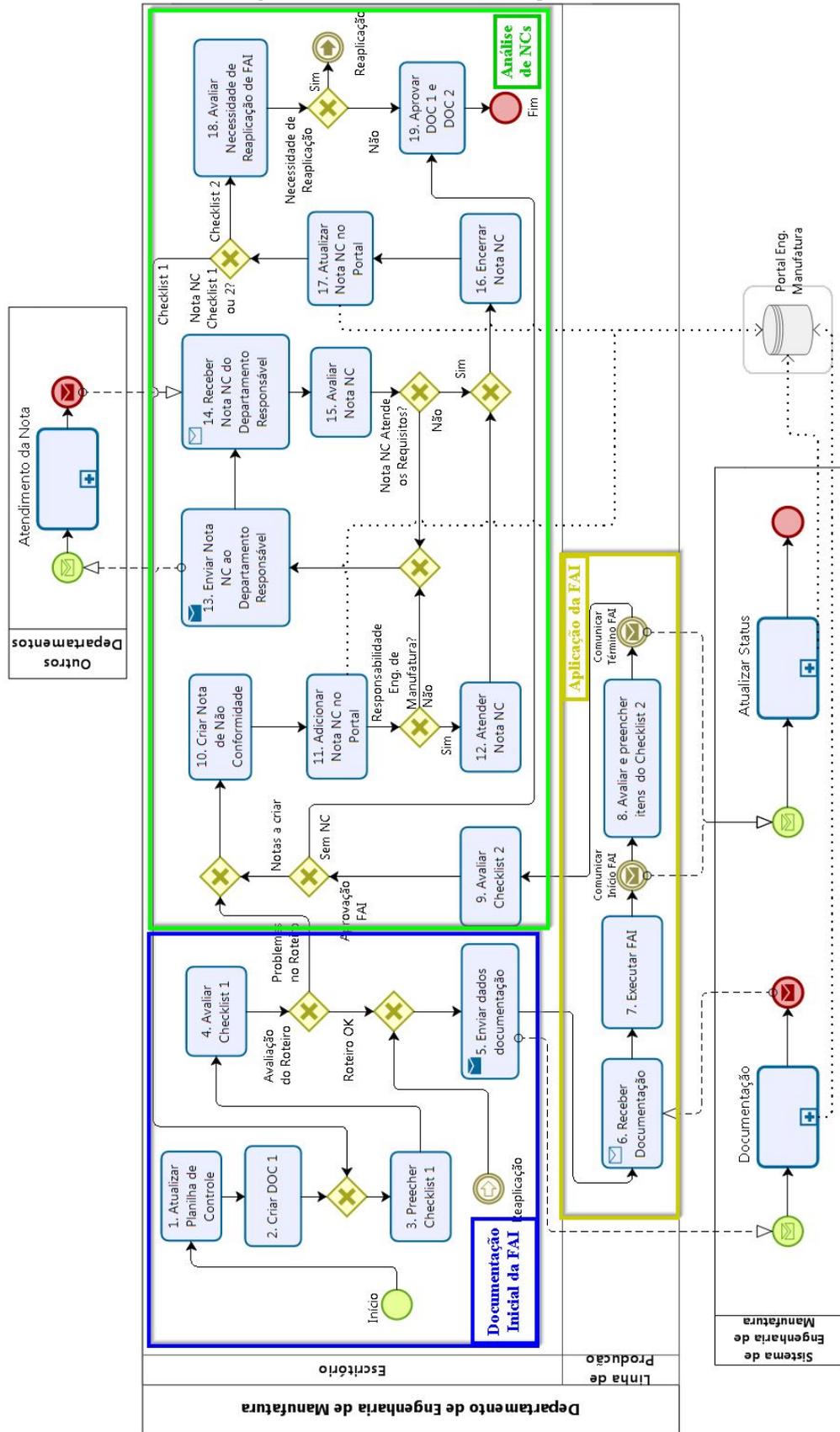
Por fim, é possível apresentar o novo diagrama BPMN com a proposta evidenciada pelo estado futuro do processo, “*to-be*”, o diagrama BPMN do estado futuro com a identificação dos subprocessos e o diagrama referente aos subprocessos realizados dentro do sistema de engenharia de manufatura.

Diagrama 3 - BPMN - To-be.

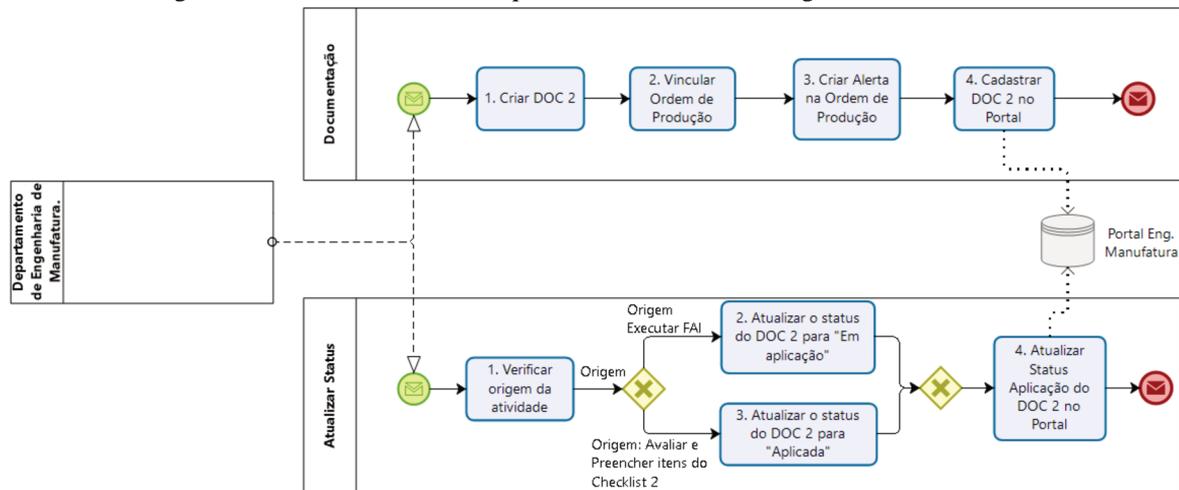


Fonte: Autor (2019).

Diagrama 4 - BPMN - To-be - Subprocessos.



Fonte: Autor (2019).

Diagrama 5 - BPMN – *To-be* - Subprocessos do sistema de engenharia de manufatura.

Fonte: Autor (2019).

4.7 ANÁLISE DE AGREGAÇÃO DE VALOR DAS ATIVIDADES

Por fim, pode-se realizar um breve estudo sobre a agregação de valores nas atividades do processo. Para realizar o estudo, deve-se classificar as atividades do processo em seu estado “*As-is*” e “*To-be*” com relação a três quesitos principais:

- Atividade que agrega valor (AV): São atividades que transformam materiais ou informações e que o cliente está disposto a pagar para realizar. São processos que são realizados da maneira correta.
- Atividade que não agrega valor, mas é necessária (NAVN): Atividades que não criam valor, porém não podem ser eliminadas atualmente, por questões como lei, normas, regulamentos, etc.
- Atividade que não agrega Valor (NAV): São as atividades que não criam valor para o cliente, ou que o cliente não pagaria para que seja realizada.

Para isto, os quadros 33 e 34 foram elaborados a fim de evidenciar a classificação de cada atividade no processo.

Quadro 34 - Análise de Valor - *As-is*.

ANÁLISE DAS ATIVIDADES - <i>As-is</i>			
Atividade	AV	NAVN	NAV
1. Atualizar Planilha de Controle			X
2. Criar DOC 1		X	
3. Preencher Checklist 1		X	
4. Avaliar Checklist 1	X		
5. Criar DOC 2		X	
6. Vincular Ordem de Produção		X	
7. Criar Alerta na Ordem de Produção			X
8. Cadastrar DOC 2 no Portal			X
9. Atualizar Status Aplicação de FAI (DOC 2)			X
10. Executar FAI	X		
11. Avaliar Roteiro	X		
12. Avaliar Desenho	X		
13. Avaliar Recursos	X		
14. Avaliar Mão-de-obra	X		
15. Preencher Checklist 2		X	
16. Atualizar Status Aplicação de FAI (DOC 2)			X
17. Avaliar Checklist 2	X		
18. Criar Nota de Não Conformidade		X	
19. Adicionar Nota NC no Portal			X
20. Enviar Nota NC ao Departamento Responsável		X	
21. Receber Nota NC do Departamento Responsável		X	
22. Avaliar Nota NC		X	
23. Atender Nota NC		X	
24. Encerrar Nota NC		X	
25. Atualizar Nota NC no Portal			X
26. Avaliar Necessidade de Reaplicação de FAI		X	
27. Aprovar DOC 1 e DOC 2.		X	
Total	7	13	7

Fonte: Autor (2019).

Como o processo 8 do diagrama fora apresentado de forma simplificada no diagrama BPMN, nesta análise este é exposto de forma individual para que análise seja realizada corretamente. É importante ressaltar que as atividades de análises são realizadas com relação a todos os quesitos descritos (8.1, 8.2, 8.3 e 8.4) porém de forma direcionada para a tecnologia do componente a ser inspecionado.

Quadro 35 - Análise de Valor - *To-be*.

ANÁLISE DAS ATIVIDADES - <i>To-be</i>			
Atividade	AV	NAVN	NAV
1. Atualizar Planilha de Controle			X
2. Criar DOC 1		X	
3. Preencher Checklist 1		X	
4. Avaliar Checklist 1	X		
5. Enviar dados documentação		X	
6. Receber Documentação		X	
7. Executar FAI	X		
8. Avaliar e preencher itens do Checklist 2		X	
8.1 Avaliar Roteiro	X		
8.2 Avaliar Desenho	X		
8.3 Avaliar Recursos	X		
8.4 Avaliar Mão-de-obra	X		
9. Avaliar Checklist 2	X		
10. Criar Nota de Não Conformidade		X	
11. Adicionar Nota NC no Portal			X
12. Atender Nota NC		X	
13. Enviar Nota NC ao Departamento Responsável		X	
14. Receber Nota NC do Departamento Responsável		X	
15. Avaliar Nota NC		X	
16. Encerrar Nota NC		X	
17. Atualizar Nota NC no Portal			X
18. Avaliar Necessidade de Reaplicação de FAI		X	
19. Aprovar DOC 1 e DOC 2.		X	
Total	7	13	3

Fonte: Autor (2019).

Para calcular o Índice de Agregação de Valor (IAV), pode-se utilizar a seguinte fórmula:

$$IAV (\%) = \frac{\text{Número de atividades que agregam valor (AV)}}{\text{Número total de atividades}} \times 100$$

Similarmente, podemos calcular o índice com relação ao NAVN e NAV.

Tabela 2 - Índices de Agregação de Valor, em porcentagens aproximadas.

Estado/Índices	IAV	INAVN	INAV
As-is	26%	48%	26%
To-be	30%	57%	13%

Fonte: Autor (2019).

Portanto, é possível identificar através da tabela 2 que o processo através desta proposta, possui um potencial de aumento no percentual no índice das atividades que agregam valor, bem como nas atividades que não agregam valor e são necessárias, respectivamente em 4% e 9%. Por sua vez o índice de atividades que não agregam valor possui um potencial de redução de 13%, sinalizando que as mudanças propostas possuem potencial de redução de desperdícios inerentes à realização da Inspeção de Primeiro Artigo.

Com isto, é possível estimar ganhos referentes a implementação da proposta idealizada neste trabalho. Como a FAI ocorre de forma ininterrupta na linha de produção, pois apesar de os pacotes de mudanças nas aeronaves ocorrerem em “lotes”, nem sempre as aeronaves de mesmo modelo possuem os mesmos opcionais, logo, a primeira aeronave de série para cada componente varia. Isto, somado a cada pacote de mudanças, que incluem milhares de novas alterações, fazem com que sempre haja inspeções ocorrendo na linha de produção.

As estimativas de custo que podem decorrer da proposta não podem ser evidenciadas neste trabalho por questões de confidencialidade de dados, pois são dados que podem comprometer a competitividade da empresa perante o mercado na qual ela está inserida. Além, há uma complexidade muito grande, que transcende o escopo de um trabalho de conclusão de curso para que seja efetuada o detalhamento dos custos envolvidos de acordo com o Custo dos Produtos Vendidos (CPV) específico de cada avião.

Contudo, é possível estimar os potenciais ganhos com relação ao tempo despendido para a execução das atividades relacionadas a Inspeção de Primeiro Artigo. O tempo para realizar uma inspeção varia de acordo com o componente a ser instalado, uma vez que existem componentes que possuem roteiros de instalação mais longos do que outros. Assim, em média, toma-se como base um dia útil inteiro para a realização da FAI, incluindo todas as etapas e atividades descritas no mapeamento atual. Com a automatização dos sistemas e a implementação da proposta deste trabalho, estima-se que a primeira etapa, documentação inicial, seja realizada de forma automática, a fim de demandar apenas a interação do engenheiro de manufatura na etapa inicial de entrada de dados, economizando cerca de 15% a 20% do tempo total de execução do processo, que é escalado de forma grandiosa se considerado o total de execuções de FAI que são exigidos dos engenheiros do departamento.

5 CONCLUSÃO

Devido às previsões de mercado otimistas com relação ao mercado da aviação executiva e a grande competitividade entre as empresas do setor, é necessário buscar alternativas para melhorar, além dos processos produtivos, os processos relacionados ao ambiente corporativo e administrativo das empresas, a fim de garantir a perpetuação nas posições de destaque do mercado da aviação executiva.

Assim sendo, este trabalho objetivou uma proposta de melhoria através da proposição de um diagrama de estado futuro para o processo de Inspeção de Primeiro Artigo do Departamento de Engenharia de Manufatura da Aviação Executiva da Embraer, a partir da realização de uma pesquisa-ação ao longo do ano de 2019. Para realizar tal, dados oriundos do processo de FAI e percepções dos realizadores das atividades no departamento foram fundamentais para embasar o estudo.

O primeiro capítulo buscou evidenciar os objetivos do trabalho, bem como contextualizar o leitor acerca do cenário da aviação executiva mundial e sua expectativa de crescimento. Neste, também foram explicitados os objetivos, limitações e delimitações deste trabalho.

O segundo capítulo explicou as ferramentas e conceitos que foram utilizados ao longo da realização do trabalho, como o 5W1H, *Business Process Model and Notation* e o *Lean Office*.

Por sua vez, o terceiro capítulo demonstrou as etapas as quais o desenvolvimento do trabalho iria seguir, através da metodologia adaptada de Dumas et al. (2013), descrevendo o prosseguimento do trabalho passo a passo.

Já no desenvolvimento, a primeira etapa identificou o processo crítico do departamento, utilizando-se como ferramenta, um questionário respondido no departamento acerca da percepção dos técnicos e engenheiros com relação à eficiência e a importância dos processos principais executados diariamente no Departamento. Os dois quesitos analisados no questionário possuíam escala de 1 a 5, sendo 1 para pouca importância ou eficiência e 5 para grande importância e alta eficiência. Nesta etapa, recorreu-se à subjetividade da percepção de cada indivíduo, atenuada pela média das respostas coletadas. Definido o processo crítico através da inserção dos dados adquiridos no gráfico de Importância *versus* Eficiência, pôde-se partir para a próxima etapa. O processo de Inspeção de Primeiro Artigo (FAI) foi o processo

identificado por possuir uma elevada importância no departamento, de 4,06, assim como os demais processos, mas que é fortemente destoado dos demais por possuir uma eficiência consideravelmente menor, de 2,72 apenas, se localizando, portanto, no quadrante que representa urgência na tomada de ações. A FAI é um processo importante pois identifica não conformidades a fim de corrigi-las logo a partir da segunda aeronave na linha de produção. Sua importância também se mostra alta pois é um processo essencial para a certificação de aeronaves, sendo regulamentada por órgãos e normas internacionais.

A identificação do processo e seu mapeamento através da notação BPMN possibilitou que o processo fosse identificado à nível de suas atividades, evidenciando também seu fluxo de informações. Com isto, a análise das atividades individuais da FAI tomou forma através da aplicação da ferramenta 5W1H. Análises críticas e contramedidas foram explicitadas para cada atividade.

Assim, fora possível elaborar a proposta de melhoria com relação às mudanças propostas nas atividades e nos fluxos de informações que apresentavam desperdícios fundamentados pelos conceitos do *Lean Office*. Os conceitos de desperdícios que foram identificados com maior frequência nos problemas das atividades foram: espera, inventário desnecessário e transporte excessivo. Discussões mais aprofundadas com pessoas de outros programas de aviões (não somente a aviação executiva) são recomendadas para que a análise das atividades seja realizada de forma estrutural, assim como as contramedidas propostas, a fim de prover melhorias sublimes e garantir a universalidade dentro da Embraer. Tal análise também pode transcender o universo da Embraer, atingindo os órgãos reguladores a fim de otimizar a forma na qual a documentação é controlada e emitida, bem como o aumentar a eficácia e representatividade do processo de Inspeção de Primeiro Artigo, sendo, portanto, uma sugestão para trabalhos futuros.

Por fim, percebeu-se que, através de uma análise de valor, a proposta possui um potencial na redução de desperdícios, representado pelos Índices de Agregação de Valor. A proposta evidenciou um comportamento desejável na análise, uma vez que os processos que agregam valor e que não agregam valor, mas são imprescindíveis para a realização do processo, possuem um potencial representativo de porcentagem maior no processo geral da FAI, cerca de 4% e 9% maiores, respectivamente, e os processos que não agregam valor tem potencial de redução de 26% para 13%, representando, portanto, cerca de 15% a 20% de economia de tempo nas atividades relacionadas ao processo de Inspeção de Primeiro Artigo.

O presente estudo evidenciou que pequenas mudanças podem ser capazes de melhorar o processo nos campos administrativos da empresa, de forma a serem realizadas com os recursos já disponíveis no departamento e em um período curto de tempo, como definido no escopo do trabalho.

Contudo, para a elaboração deste trabalho, alguns desafios e barreiras foram encontrados. As principais dificuldades se mostraram na identificação do processo crítico, uma vez que indicadores específicos nem sempre estão disponíveis para a avaliação individual de cada processo e atividade, e na elaboração do mapeamento do processo, que é complexo e possui diversas atividades e decisões a serem representadas. Neste último, também fora evidente a dificuldade em manter o foco no mapeamento do estado atual do processo, uma vez que as pessoas que auxiliam no processo da pesquisa-ação muitas vezes, inconscientemente, propõem sugestões de como o processo deveria ser. Quanto às barreiras, a criação da JV impossibilitou a implementação das propostas realizadas e o prosseguimento de todas as etapas metodológicas da pesquisa-ação proposta por Dumas et al. (2013), a fim de garantir a integridade e segurança de todos os dados envolvidos diretamente, e indiretamente, na transação, uma vez que todos os processos da empresa se encontram congelados neste momento.

É importante ressaltar que este presente estudo teve como delimitação apenas um dos processos principais do departamento, podendo ser estendido da mesma forma para todos os outros processos a fim de aumentar a competitividade da Embraer mediante a seus concorrentes no mercado da aviação executiva. A implementação das propostas é altamente recomendada logo que a empresa se estabilize após a consolidação da *Joint Venture* com a Boeing, em um horizonte previsto para meados de 2020.

REFERÊNCIAS

- AIRBUS. **Global Market Forecast. Global networks, global citizens. 2018-2037.** Blagnac, 2018.
- BARBALHO, S.; RICHTER, E. H.; ROZENFELD, H. **Melhorando o processo de aquisição de materiais e componentes para protótipos de novos produtos.** XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.
- BEHR, A.; MORO, E. L. S.; ESTABEL, L. B. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca.** Ci. Inf. vol. 32, n.2, p. 32-42, 2008.
- BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. **Lean Manufacturing: a literature review and research issues.** International Journey of Operations & Production Management. v. 34, p. 876-940, 2014.
- BOMBARDIER. **2016-2017 Bombardier business aircraft market forecast.** Montreal, 2016.
- DETORO, I.; MCCABE, T. **How to stay flexible and elude fads.** Quality Progress. v. 30, p.55-60, 1997.
- CAVAGLIERI, M. **LEAN ARCHIVES: O emprego do Lean Office na gestão de arquivos.** Dissertação de mestrado, Centro de ciências humanas. UDESC, 2015.
- CARDOSO, G. O. A.; SOUZA, J. P. E. DE; ALVES, J. M. **Lean office aplicado em um processo de auditoria de certificação de sistema de gestão da qualidade aeroespacial.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, 2012.
- DUMAS, M.; ROSA, M. L.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A.; **Fundamentals of Business Process Management.** eBook. Berlim: Springer, 2013.
- ELZINGA, D. J.; HORAK, T.; CHUNG-YEE, L.; BRUNER, C. **Business Process Management: Survey and methodology.** IEEE Transactions on Engineering Management. v. 24, p. 119-128, 1995.
- EVANGELISTA, C. S.; GROSSI, F. M.; BAGNO, R. B. **Lean Office – Escritório Enxuto: aplicabilidades do conceito em uma empresa de transportes.** Revista Eletrônica Produção & Engenharia, v. 5, p.462-471, 2013.
- GARVER, M. S. **Best practices in identifying customer-driven improvement opportunities.** Industrial Market Management. V. 32, p.455-466, 2003.
- GENERAL AVIATION MANUFACTURERS ASSOCIATION. **2017 Annual Report.** Washington DC, 2017.

GENERAL AVIATION MANUFACTURERS ASSOCIATION. **2018 Annual Report**. Washington DC, 2018.

GENERAL AVIATION MANUFACTURERS ASSOCIATION. **2019 Annual Report**. Washington DC, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

JETCRAFT. **A new perspective. 5-Year new & pre-owned business aviation market forecast 2019 – 2023**. Raleigh, 2019.

KOSKELA, L. Lean production in construction. In: ALARCÓN, L. (Ed) ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2., 1993, Espoo, Finlandia. **LEAN CONSTRUCTION**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997. p. 1-9.

LEE, R. G.; DALE, B. G. **Business process management: a review and evaluation**. Business Process Management Journal. v.4, p.214-225, 1998.

LEITNER, Pilla A. **The lean journey at the boeing Company**. Boeing, 2005.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota. 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. 1 ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2004. p. 316.

LIKER, J. K.; MORGAN, J. M. **The Toyota way in services: The case of Lean product development**. Academy of Management Perspectives. v. 20, p.5-20, 2006.

LIRA, A. R. **Avaliação da abordagem da contabilidade enxuta em empresas praticantes da manufatura enxuta**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. UFSC, 2018.

LISBÔA, M. G. P.; GODOY, L. P. **Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia**. Revista ibero-americana de Engenharia Industrial. v.4, n.7, p.32-47, 2012.

MARCHWINSKI, Chet. **Value-stream mapping at FAA office improves information flow**. Lean Enterprise Institute, 2010.

McMANUS, H. **Product development value stream analysis and mapping manual (PDVMS)**. Alpha Draft: Lean Aerospace Initiative, 2003.

MENEZES, E.M.; E.L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **Business Process Model and Notation (BPMN) - Specifications**. v2, 2011.

OLIVEIRA, J. D. **Escritório Enxuto (Lean Office)**. Lean Institute Brasil. n.2002. p. 1-8, 2007.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEINALDO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção (operações industriais e de serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

RODRIGUES, A. L. M.; OLIVEIRA, G. T.; GARCIA, L. R.; MELO, T. C. S.; MARTINS, V. W. B. **Aplicação as ferramentas da qualidade para diagnóstico e melhorias no estoque uma loja de bicicletas localizada no município de redenção suldeste paraense**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016.

ROOS, C.; SARTORI, S.; PALADINI, E. **Uma abordagem do lean office para reduzir e eliminar desperdícios no fluxo de valor de informações e conhecimentos**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. **Aerospace Standard – AS9102**. Rev. B. 2014.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 1 ed. Atlas, 1999.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. p. 291.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office: Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas - 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas**. São Paulo: Ed. Leopardo, 2010.

TEGNER, Mateus G. et al. **Lean Office e BPM: Proposição e aplicação de métodos para a redução de desperdícios em áreas administrativas**. Produção Online, 2016.

TURATI, R. D. C.; MUSETTI, M. A. **Aplicação dos conceitos de lean office no setor administrativo público**. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, [s.v.], p. 1– 9, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ZAIRI, M. **Business process management: A boundaryless approach to modern competitiveness**. Business Process Management Journal, v. 3, p.64-80, 1997.

ZARPELON, M. I. **Gestão e responsabilidade social**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Questionário TCC - Análise Fluxos de Informação

O questionário a seguir busca avaliar os fluxos de informação do Departamento de Manufatura Executiva com relação à duas características: grau de importância e eficiência, pois o estudo necessita ser direcionado ao processo crítico. Este formulário é anônimo e será utilizado apenas para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso do estagiário Thiago Fujimoto. As perguntas a seguir devem ser respondidas com base na sua experiência dentro da empresa e seu senso crítico com relação aos processos que ocorrem no departamento. Para responder o questionário preencha as notas, de 1 a 5, para cada processo. A nota 1 representa processos pouco importantes ou pouco eficientes e 5 representa processos muito importantes e muito eficientes. Muito obrigado pela colaboração!

***Required**

PROCESSO 1 *

	1 - Pouco	2	3	4	5 - Muito
Importância	<input type="radio"/>				
Eficiência	<input type="radio"/>				

PROCESSO 2 *

	1 - Pouco	2	3	4	5 - Muito
Importância	<input type="radio"/>				
Eficiência	<input type="radio"/>				

PROCESSO 3 *

	1 - Pouco	2	3	4	5 - Muito
Importância	<input type="radio"/>				
Eficiência	<input type="radio"/>				

PROCESSO 4 *

	1 - Pouco	2	3	4	5 - Muito
Importância	<input type="radio"/>				
Eficiência	<input type="radio"/>				

First Article Inspection - FAI *

	1 - Pouco	2	3	4	5 - Muito
Importância	<input type="radio"/>				
Eficiência	<input type="radio"/>				

PROCESSO 5 *

	1 - Pouco	2	3	4	5 - Muito
Importância	<input type="radio"/>				
Eficiência	<input type="radio"/>				

PROCESSO 6 *

	1 - Pouco	2	3	4	5 - Muito
Importância	<input type="radio"/>				
Eficiência	<input type="radio"/>				

APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICO-CIENTÍFICA

Através do presente instrumento, solicito ao Supervisor imediato, Antonio Carlos Ribeiro Neto, autorização para realização da pesquisa integrante do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do acadêmico Thiago Fujimoto, orientado pelo Professor Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, tendo como título “Análise e proposta de melhoria nos fluxos de informação do departamento de Engenharia de Manufatura da Embraer”.

A pesquisa é limitada a utilização do nome da empresa, Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A., o nome do Departamento de Engenharia de Manufatura da Aviação Executiva (DEM-AVE) e dados referentes à Inspeção de Primeiro Artigo. Todos os dados coletados não possuem classificação sigilosa ou maior. Todas as atividades e documentações envolvidas no processo possuem o nome parametrizado ou alterado, conforme solicitado e verificado pelo supervisor.

A presente atividade é requisito para a conclusão do curso de Engenharia de Produção Mecânica, da Universidade Federal de Santa Catarina, possuindo caráter exclusivamente acadêmico.



Graduando

Thiago Fujimoto



Supervisor na Embraer

Antonio Carlos Ribeiro Neto

A utilização de qualquer dado, fonte, figura, tabela, quadro, diagrama ou qualquer outro tipo de informação deste trabalho é expressamente proibido, seja para fins comerciais e outros, mesmo acadêmicos, salvo mediante a aprovação prévia do autor.