

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA

HENRIQUE DE SOUZA VIDAL

**ANALYSIS & PROBLEM SOLVING OF INTERNAL CAPACITY &  
CAPABILITY IN AIRBUS FOR SINGLE-AISLE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2014

HENRIQUE DE SOUZA VIDAL

**ANALYSIS & PROBLEM SOLVING OF INTERNAL CAPACITY &  
CAPABILITY IN AIRBUS FOR SINGLE-AISLE**

Trabalho de Conclusão de curso realizado na Engenharia Mecânica e Mecatrônica no Institut des Sciences Appliquées de Rennes (França), e validado como requisito parcial para a obtenção do diploma em Engenharia Industrial Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Adinel Gravrus

Co-orientador: Alfredo Vrubel

CURITIBA

2014

## 1. O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO NO EXTERIOR

Como aluno da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Curitiba, e participante do programa de Mobilidade Estudantil Internacional da UTFPR, eu fui aceito no para um programa de intercâmbio acadêmico no INSA de Rennes, na França (conveniada com a UTFPR). Lá, eu cursei o 4º ano de Engenharia Mecânica e de Mecatrônica e fiz o meu Projeto de Fim de Estudos (PFE ou Projet de fin d'études), o equivalente ao TCC no Brasil.

O projeto se passou na empresa Airbus SAS em Toulouse e consistiu na gestão e implementação de projetos que pudessem assegurar a capacidade de produção dos aviões single-aisle. O trabalho seguiu todas as normas da UTFPR para TCC no exterior, contando com o acompanhamento do professor Vrubel, meu orientador da UTFPR e o professor Adinel Gavrus, meu orientador do INSA. A nota do trabalho foi composta por uma média entre a avaliação da empresa pelo trabalho, nota do trabalho escrito e nota de apresentação diante de uma banca avaliadora.

**PROJETO DE FIM DE ESTUDOS**  
Estudante de Engenharia no I.N.S.A. de RENNES  
Departamento de *Génie MECANIQUE &*  
*AUTOMATIQUE* 2012-2013

**PFE 2013 - 50**

# **Analysis & Problem solving of Internal Capacity & Capability in Airbus for Single-Aisle**

**Apresentado por:**

Henrique de Souza Vidal

**Empresa:**

Airbus SAS

**Período do estágio:**

De 24/09/2012 a 15/03/2013

**Tutor na Empresa:**

Frederick Trassard

**Tutor na Universidade:**

Adinel Gavrus

## 2. AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer meu tutor de estagio Frederick Trassard, responsável pelo desenvolvimento do projeto Internal Capacity & Capability, por ter me permitido fazer parte da equipe de Engenharia Industrial da Airbus por um período de 6 meses (duração do estagio)

Igualmente, eu quero expressar minha gratidão à equipe TMDY (Engenharia Industrial para aviões Single-Aisle), mais especificamente para Arnaud Foucault, Matthew Beecham, Sergio del Campo Sayago e Ian Wright. Agradeço também, a estes, por estarem sempre prontos para me ajudar com as duvidas que eu tivesse.

Ao Professor Doutor Adinel Gavrus, professor titular do INSA de Rennes (Institut National des Scienses Appliquées de Rennes), agradeço por estar sempre a minha disposição referentes ao estagio e também referentes à ligação INSA-Airbus.

### 3. RESUMO

Inserida em um contexto de um grande crescimento do mercado aeronáutico mundial e de uma grande concorrência com sua principal concorrente (Boeing), a Airbus é obrigada a ter seus métodos de fabricação robustos e confiáveis, para que garantam que as entregas de seus aviões sejam feitas na data programada e, além disso, ela deve estar preparada para futuros aumentos de produção dos seus produtos.

Um dos objetivos da Engenharia Industrial (Manufacturing Engineering – ME) é garantir a melhora contínua dos sistemas de produção de cada fábrica da Airbus. Isso é feito através da implementação de novas ideias (novos projetos) no processo de fabricação.

O estágio se passou no departamento de Engenharia Industrial para aviões Single-Aisle (TMDY), este que se ocupa de criações, modernizações, otimizações, manutenções do sistema de produção responsável pela fabricação dos aviões da família A320.

Dentre as atividades realizadas esta a participação do aluno no Programa F4RU (Fit for Ramp-up for Single Aisle), mais especificamente no projeto “Internal Capacity & Capability” (ICC). Nesse projeto, o aluno atuou como assistente do responsável, Frederick Trassard (Engenheiro Industrial da Airbus). O objetivo deste projeto foi fazer a gestão de projetos menores, a fim de que assegurassem, melhorassem os métodos de fabricação e aumentassem a porcentagem de aviões entregues nas datas preestabelecidas entre Airbus e o cliente (companhias aéreas).

Neste período, o aluno teve que estudar cada caso para que pudesse entender a situação atual de todas as fábricas relacionadas aos aviões Single-Aisle, entender os problemas de produção em cada uma das usinas, aprender a identificar e identificar projetos que solucionassem esses problemas; e propor ao programa F4RU os projetos que tivessem potencial de aumentar a robustez do sistema industrial.

Uma análise da concorrência entre Airbus e Boeing no mercado aeronáutico mundial e uma previsão deste mercado é também citada nesse trabalho, pois são as justificativas para os objetivos do projeto ICC.

A maior dificuldade encontrada no trabalho foi identificar um problema, achar uma solução possível para ele e ter uma documentação sólida e confiável sobre ele, ou

seja, ter informações precisas sobre cada um dos pontos problemáticos. Para obter êxito no projeto, foi necessário ter uma equipe de apoio que tivesse conhecimento técnico sobre os problemas e sobre as usinas, também que fosse capaz de nos ajudar a analisar e criativa o bastante para propor soluções (projetos) sobre estes problemas identificados anteriormente.

No momento em que o aluno escreveu esse relatório, ele já tinha analisado a produção de cada usina responsável pela produção da família A320, identificado os principais problemas que afetam a capacidade de produção dos aviões, achado os projetos que permitiam superar as dificuldades encontradas e aumentar a robustez dos sistemas de produção da Airbus. Além disso, o aluno já havia acompanhado o desenvolvimento desses projetos e proposto, os que foram julgados “necessários” a implementação ao Programa F4RU. Infelizmente, os projetos propostos ainda não haviam sido validados e implementados. Essa parte é um pouco longa, porque não somente o Programa F4RU deve aceitar as propostas, mas também todos os “stakeholders” do programa F4RU, no caso, a Airbus, representada pelo COO (Chief Operating Officer).

## 4. ABSTRACT

### **Analysis & Problem solving of Internal Capacity & Capability in Airbus for Single-Aisle**

In the context of the aeronautic market concurrence, Airbus has the objective of having its manufacturing methods robust to secure the demand of production and be prepared to a Ramp-up without problems.

To achieve this objective, the Manufacturing Engineering (ME) works to provide the continuous improvement of the group plants' performance and secure the industrial tools robust and prepared to delivery on-time and to an additional capacity.

The contributions of this internship to improve these plants were analyze the production of each plant involved in the Program Single Aisle (A320 family), identify the main problems affecting the production capacity in each of them, find the projects that help to overcome the difficulties and increase the robustness of the production, following the development of these projects and propose the implementation of projects.

The great challenge of this job was to investigate all the plants of the program Single-Aisle and following the development of the projects. For this, we had Project Teams (PTs) that help us in these points.

Unfortunately the proposed projects have not yet been validated and implemented. This step is a bit far, because, not only the program F4RU must accept, but all "stakeholders".

## 5. LISTA DE ABREVIações E VOCABULÁRIO TÉCNICO

Capex – Capital Expenditure.

CIS – Commonwealth of Independent States.

CoC – Center of Competencies.

CoE – Center of Excellence.

COO – Chief Operating Officer.

F4RU – Programa Fit for Ramp-up.

FAL – Final Assembly Line.

G – Gates de um projeto.

GPP – projetos relacionados a área de TI.

ICC – Projeto Internal Capacity & Capability.

LBIP – Lifecycle Business Improvement Projects.

LT – Lead Time.

MFT – Multi-functional teams.

Opex – Operational Expenditure.

OSW – Out-standing work.

OTD – On-time delivery.

PDP – Product Development Projects.

PFMEA – Failure Mode and Effects Analysis.

PMG – Project Management Guide.

PT – Equipes de Projetos.

RPK – Revenue Passenger Kilometres.

RPN – Risk Priority Number.

SA – Single-Aisle

TCC – Trabalho de Conclusão do Curso.

TM – Engenharia Industrial.

TMDY – Engenharia Industrial para aviões single –aisle.

TRL - projetos de pesquisas.

TT – Takt time.

VSM – Value Stream Mapping.

## 6. LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Organograma EADS</i>	19
<i>Figura 2: O crescimento da Airbus</i>	20
<i>Figura 3: Empregados da Airbus na Europa</i>	21
<i>Figura 4: Sistema logístico da Airbus</i>	22
<i>Figura 5: Família A320</i>	24
<i>Figura 6: As fábricas da Airbus na Europa</i>	26
<i>Figura 7: A Engenharia Industrial</i>	28
<i>Figura 8: Setores da Engenharia Industrial da Airbus</i>	29
<i>Figura 9: Principais partes de um projeto</i>	31
<i>Figura 10: Sequência de um projeto</i>	34
<i>Figura 11: Provisão de crescimento do mercado aeronáutico em cada região do mundo</i>	40
<i>Figura 12: Demanda de aviões SAs nos próximos 20 anos por região mundial</i>	42
<i>Figura 13: Organograma do Programa F4RU</i>	44
<i>Figura 14: LBIP do ICC</i>	48
<i>Figura 15: Fluxo de informação entre F4RU, ICC e PTs</i>	51
<i>Figura 16: Exemplo de documento padrão para a gestão de informação</i>	52
<i>Figura 17: VSM – Value Stream Mapping</i>	53
<i>Figura 18: Process Mapping</i>	54
<i>Figura 19: Exemplo de linha de produção</i>	55
<i>Figura 20: Linha de produção com gargalo</i>	57
<i>Figura 21: Melhora de um sistema de produção com gargalo</i>	60
<i>Figura 22 : Exemplo da pintura Primer</i>	62
<i>Figura 22: “Solução Backup”</i>	63
<i>Figura 23: Diferença entre Capex e Opex</i>	64
<i>Figura 24: Etapas de aprovação Capex</i>	65
<i>Figura 25: Etapas de aprovação Opex</i>	66

## 7. LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Histórico de entregas da Airbus e da Boeing</i>	36
<i>Gráfico 2: Histórico de vendas da Airbus e da Boeing</i>	36
<i>Gráfico 3: Crescimento do mercado aeronáutico</i>	37
<i>Gráfico 4: Previsão de crescimento do mercado aeronáutico mundial</i>	40
<i>Gráfico 5: Demanda de aviões SAs nos próximos 20 anos</i>	42
<i>Gráfico 6: Plano de recuperação de produção</i>	61

## 8. LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Número de aviões pedidos para cada família Airbus</i>	23
<i>Tabela 2: Família A320</i>	27
<i>Tabela 3: Organização da Engenharia Industrial na Airbus</i>	29
<i>Tabela 4: Escala de riscos</i>	59
<i>Tabela 5: Vantagem da nova forma de aplicação do Primer</i>	62

## **9. ÍNDICE**

<b>1. O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO NO EXTERIOR</b>	<b>3</b>
<b>2. AGRADECIMENTOS</b>	<b>5</b>
<b>3. RESUMO</b>	<b>6</b>
<b>4. ABSTRACT</b>	<b>8</b>
<b>5. LISTA DE ABREVIACÕES E VOCABULÁRIO TÉCNICO</b>	<b>9</b>
<b>6. LISTA DE FIGURAS</b>	<b>10</b>
<b>7. LISTA DE GRÁFICOS</b>	<b>11</b>
<b>8. LISTA DE TABELAS</b>	<b>12</b>
<b>9. ÍNDICE</b>	<b>13</b>
<b>10. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>10.1 AIRBUS</b>	<b>15</b>
<b>10.2 MANUFACTURING ENGINEERING – SINGLE AISLE</b>	<b>16</b>
<b>10.3 CONTEXTO DO TRABALHO</b>	<b>16</b>
<b>10.4 DESAFIO</b>	<b>17</b>
<b>10.5 OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
<b>11. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA</b>	<b>19</b>
<b>12. CONTEXTO INDUSTRIAL</b>	<b>23</b>
<b>12.1 APRESENTAÇÃO DA FAMÍLIA A320</b>	<b>23</b>
<b>12.2 ENGENHARIA INDUSTRIAL</b>	<b>27</b>
<b>12.3 GESTÃO DE PROJETOS</b>	<b>30</b>
<b>12.4 LBIP (LIFECYCLE BUSINESS IMPROVEMENT PROJECTS)</b>	<b>33</b>
<b>13. ANÁLISE DO MERCADO AERONÁUTICO</b>	<b>35</b>
<b>13.1 O MERCADO AERONÁUTICO</b>	<b>35</b>
<b>13.2 PREVISÕES DO MERCADO AERONÁUTICO PARA OS PRÓXIMOS 20 ANOS</b>	<b>36</b>

<b>13.3 PREVISÕES DO TRÁFEGO AÉREO</b>	<b>37</b>
<b>13.4 A DEMANDA DE AVIÕES COMERCIAIS – SINGLE AISLE (SA)</b>	<b>41</b>
<b>14. FIT FOR RAMP-UP (F4RU)</b>	<b>43</b>
<b>14.1 INÍCIO DO PROGRAMA</b>	<b>43</b>
<b>14.2 ESTRUTURA DO PROGRAMA</b>	<b>44</b>
<b>15. INTERNAL CAPACITY &amp; CAPABILITY (ICC)</b>	<b>47</b>
<b>15.1 ESCOPO DO PROJETO</b>	<b>47</b>
<b>15.2 LBIP – LIFECYCLE FOR BUSINESS IMPROVEMENT</b>	<b>48</b>
<b>15.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ICC</b>	<b>48</b>
15.3.1 Etapas anteriores	48
15.3.2 G3 – Busca de informações sobre cada fábrica	49
15.3.3 G4 – Definição de projetos como potencial para o Programa F4RU	49
15.3.4 G5 – Monitoramento dos projetos e seleção para F4RU	50
<b>16. METODOLOGIA</b>	<b>51</b>
<b>16.1 ETAPAS ANTERIORES</b>	<b>51</b>
<b>16.2 G3 – BUSCA DE INFORMAÇÕES SOBRE CADA FÁBRICA</b>	<b>52</b>
<b>16.3 G4 – DEFINIÇÃO DE PROJETOS COM POTENCIAL PARA O PROGRAMA F4RU</b>	<b>58</b>
16.3.1 Gargalos ou e/ou etapas críticas	60
16.3.2 “Surge Capacity”	61
16.3.3 Robustez dos sistemas de fabricação	62
16.3.4 “Solução Backup”	63
16.3.5 Conclusão	63
<b>16.4 G5 – MONITORAMENTO DOS PROJETOS E SELEÇÃO PARA F4RU</b>	<b>64</b>
16.4.1 Conclusão até o dia da apresentação	67
<b>17. CONCLUSÃO</b>	<b>68</b>
<b>18. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>70</b>

## 10. INTRODUÇÃO

Estudante do 5º ano de Engenharia Mecânica e Mecatrônica do INSA de Rennes (Institut National des Sciences Appliqués de Rennes) e participante de um programa de intercâmbio entre INSA de Rennes e a UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), o aluno integrou durante 6 meses, a partir de setembro de 2012, o departamento de Engenharia Industrial (TM) da Airbus, para realizar o seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Antes de participar de programa de intercâmbio, o aluno havia começado sua formação em Engenharia Industrial Mecânica, isso que lhe permitiu participar de sua primeira experiência profissional, um estágio na Volkswagen do Brasil (Fabrica de São Jose dos Pinhais). Nesse primeiro contato com a indústria o aluno fez parte de uma equipe de gestão de projetos e qualidade no setor da Pintura. Foi ali onde ele descobriu seu gosto por projetos, esse que foi o motivo de ele ter escolhido esse tema para o seu TCC.

A Airbus despertou sua atenção, pois podia dar-lhe uma experiência com projetos. Além disso, ele poderia ter contato com a indústria aeronáutica e com um ambiente de trabalho totalmente internacional, o que também o interessava.

### 10.1 Airbus

A criação da Airbus ocorreu por volta para 1967, quando os governos francês, alemão e britânico anunciaram planos para construir a aeronave europeia. A declaração conjunta afirma que os governos concordaram em fortalecer o setor de aeronáutica europeu. O objetivo era também desafiar o domínio dos EUA na indústria da aviação, tendo em vista que três companhias estadunidenses dominavam o mercado de aviação civil mundial.

Hoje, Airbus é filial do grupo EADS (European Aeronautic Defence and Space Company). O grupo tem quatro subsidiárias: Cassidian (líder mundial em pesquisa para a segurança civil e para forças armadas), a Astrium (líder europeia em programas espaciais e atua em todos os segmentos da indústria de espaço), Eurocopter (líder

mundial na fabricação de helicópteros civis) e Airbus (o maior fabricante mundial de aeronaves para transporte civil e militar).

## **10.2 Manufacturing Engineering – Single Aisle**

O estágio se passou no setor de Engenharia Industrial para aviões Single-Aisle (TMDY). Este que é responsável pela conexão entre os setores de Engenharia (desenvolvimento do produto) e o de Operações (produção). O TMDY tem a intensão de propor a realização projetos que melhorem, aperfeiçoem os métodos de fabricação. Os principais objetivos do setor são a criação, otimização, manutenção e melhoria contínua do sistema operacional.

O projeto em que o aluno trabalhou foi chamado de "Internal Capacity & Capability" (ICC) e faz parte do programa "Fit for Ramp Up" (F4RU). Ambos têm como principal objetivo assegurar a excelência operacional, garantindo a fabricação no tempo pré-estabelecido, preparada para futuros problemas momentâneos e para futuros aumentos de produção.

## **10.3 Contexto do trabalho**

Num contexto em que fatores como o alto crescimento do mercado aeronáutico, boas previsões sobre a economia dos países em desenvolvimento e a forte concorrência entre a Airbus e a Boeing; obriga que a Airbus tenha os seus métodos de fabricação robustos para entregar suas aeronaves no tempo, sem que haja prejuízo para ela ou para o cliente, e estar preparada para o aumento da produção sem problemas.

Para traçar suas metas do ano, a Airbus estabeleceu um plano estratégico denominado "Airbus Essential Objectives 2012". Neste documento existem três pontos interessantes e ligados diretamente aos objetivos do ICC: o aumento da produção em todas as famílias Airbus (A320, A330/A340 e A380), entregar pelo menos 577 aviões e focar nas vendas da família A320 e A380.

Para responder as metas estabelecidas e, mais especificamente, assegurar um aumento de produção da família A320, assim como garantir que as entregas sejam

feitas no prazo; foi lançado o Programa F4RU. Inserido nele, está o projeto ICC junto com mais 15 outros projetos que ajudariam o F4RU realizar seus objetivos.

## 10.4 Desafio

Como já sabemos, o projeto ICC foi responsável por gerir outros projetos menores, estes que estavam ligadas as todas as fábricas europeias relacionadas à concepção dos aviões Single-Aisle da Airbus, estas que estão presentes em 4 países.

Como não podiam estar sempre presentes e deveriam ter informações claras e confiáveis do que acontecia em cada um dos projetos de cada uma das usinas; a equipe do ICC foi obrigada a ter subequipes de apoio, estas que trariam as informações necessárias e, principalmente, precisas, além de ajudar a analisar os problemas e propor ideias. Resumidamente, era preciso que essas subequipes fossem formadas por especialistas que conhecessem as plantas em questão e que estivessem dispostos e motivados a colaborar com o ICC

## 10.5 Objetivos

Os objetivos do projeto são:

- Analisar a produção de cada usina envolvida na fabricação dos aviões Single-Aisle (Família A320);
- Identificar os principais problemas que afetam a capacidade de produção de cada uma das usinas;
- Identificar os projetos que permitem superar as dificuldades encontradas e aumentar a robustez das ferramentas de fabricação;
- Acompanhar a realização desses projetos;
- Propor que os projetos sejam incorporados ao Programa F4RU.

Nesse trabalho, será exposto o estado atual e previsões sobre o mercado aeronáutico mundial, estes que justificam a realização do programa F4RU, do projeto ICC e do TCC. Em seguida, serão mostradas as etapas de desenvolvimento e os

resultados obtidos pelo projeto ICC até o momento do relatório, assim como os feedbacks dados pelo programa F4RU.

## 11. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Airbus é uma fabricante de aviões europeia. A empresa é 100% filial do grupo EADS. O grupo possui outras quatro filiais, são elas: Cassidian (líder mundial em pesquisas destinadas a segurança civil e militar), Astrium (líder europeia em programas espaciais e segunda mundial, atrás apenas da NASA), Eurocopter (líder mundial em fabricação de helicópteros civis) e a própria Airbus (maior fabricante mundial de aviões comerciais). Juntas, as quatro companhias, empregam 133.000 trabalhadores que estão espalhados no mundo todo. Em 2011, elas tiveram um faturamento de 49,13 bilhões de euros, totalizando um lucro de 1,1 bilhões de euros.



*Figura 1: Organograma EADS*

A Airbus nasceu em 1967 a partir de um consórcio europeu. Ele agrupava no início, empresas francesas e alemãs, em seguida, empresas espanholas e britânicas integraram o grupo. As companhias perceberam que ao invés de competir entre si e contra as gigantes norte-americanas, elas poderiam se unir, formando uma companhia bem maior. Se trabalhassem juntas, poderiam lançar um avião totalmente europeu e de qualidade para que pudesse competir contra as três maiores empresas do mercado na época, Boeing, McDonnell Douglas e Lockheed.

O A300B foi o primeiro avião fabricado pela Airbus. A Air France foi a responsável por fazer o primeiro voo em 1975, e também foi a primeira companhia aérea

a comprar esse modelo de avião, adquirindo um total de 55 unidades da aeronave. O segundo avião feito pela Airbus foi o A310, ele foi introduzido no mercado aeronáutico em 1979, e antes mesmo de fazer seu primeiro voo, já tinha 256 unidades vendidas. Isso mostra o sucesso inicial obtido pela Airbus. Em 1984, foi anunciado o início da produção do A320, primeiro avião single-aisle (SA) da Airbus. Em seguida, veio os outros membros da família A320, o A321 em 1989, o A319 em 1992, e por fim o A318 em 1999. A família A320 é muito importante para a Airbus, pois é responsável pela maior parcela de vendas da companhia, e conseqüentemente, a maior parte do lucro também. O “portfolio” da Airbus não parou de crescer até hoje, em 1988 veio o A330, em 1989 o A340, em 2000 o A380 (maior avião comercial do mundo, podendo transportar mais de 600 pessoas ao mesmo tempo) e o mais recente, o A350 em 2005.

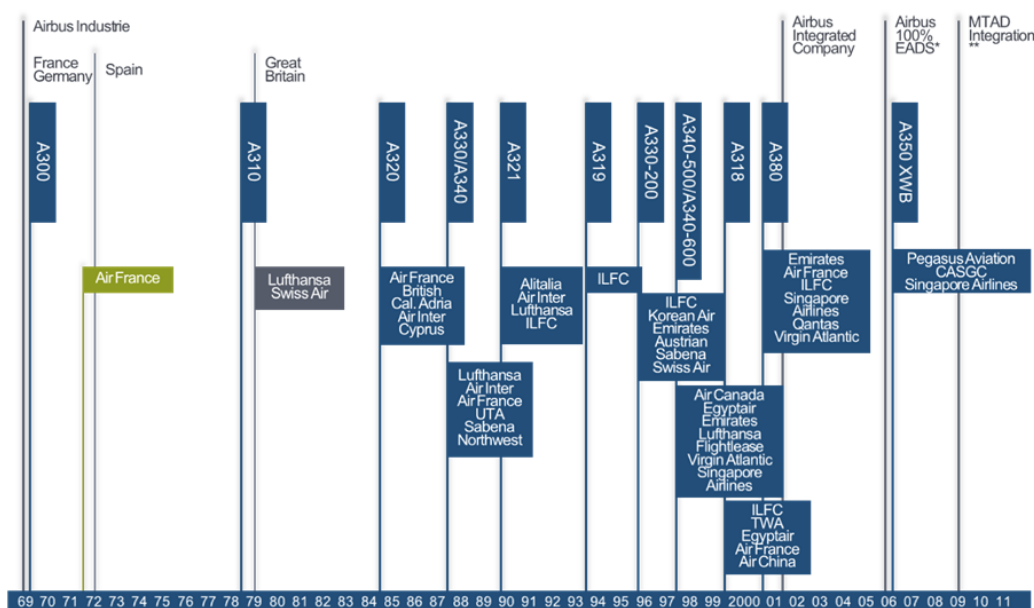


Figura 2: O crescimento da Airbus

Somente a Airbus emprega hoje mais de 63.000 pessoas, essas que estão divididas entre os países em que a marca está presente (França, Alemanha, Inglaterra, Espanha, Estados Unidos, China, Índia, Singapura, Austrália, Japão e Rússia).

A companhia detém 51% do mercado mundial de aviões comerciais, de transporte civil. Sua sede está localizada na cidade de Blagnac, região metropolitana de Toulouse, na França.

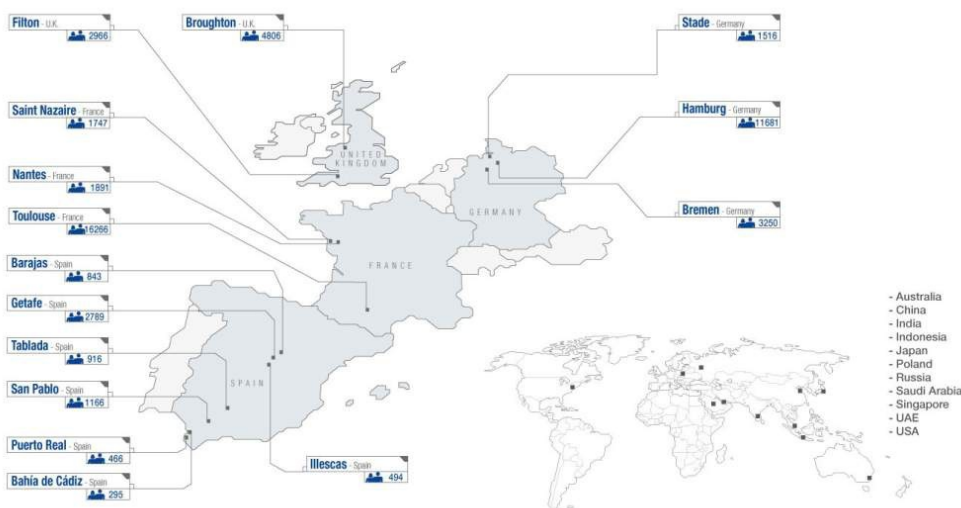


Figura 3: Empregados da Airbus na Europa

O ano de 2011 foi um ano muito bom para a Airbus, ela teve um faturamento de 33,1 milhões de euros e um lucro de mais de 300 milhões de euros. Foram entregues aos clientes 558 aviões e vendidos um total de 1521 unidades. Isso mostra como o mercado aeronáutico se recuperou rápido após a crise mundial de 2008. As vendas foram estimuladas pela atualização da família A320, com a família A320NEO (new engine option), onde foram feitas modificações para que a aeronave pudesse economizar combustível e suas viagens. Além disso, nesse mesmo ano, a empresa garantiu a manutenção dos mais de 6000 aviões que estão em circulação no mundo por mais de 300 companhias aéreas.

Um avião da Airbus não é produzido única e exclusivamente em apenas uma fábrica, as peças são feitas em fábricas da Airbus na França, Alemanha, Espanha e Inglaterra; e são então enviadas as linhas de montagem final que estão localizadas em apenas 4 cidade, são elas: Toulouse (França), Hamburgo (Alemanha), Tianjin (China) e futuramente em Mobile (Estados Unidos).

Garantir que esses aviões sejam entregues na data pré-estabelecida é um grande desafio. A logística de peças de uma fábrica para a outra é uma das tarefas mais difíceis na produção de um avião. Ela exige um sistema logístico sólido que garanta que a produção não pare nunca e que esteja sempre preparado para futuros aumentos de demanda, produção. Os transportes das peças são feitos de três diferentes formas: por barcos (utilizados para transporte de curtas distantes, entre regiões, e longas distancias,

entre países), pelos Belugas (avião especialmente desenvolvido pela Airbus para transporte de peças) e por caminhões (transporte de curtas distâncias). O quadro abaixo mostra onde cada tipo de transporte é utilizado.

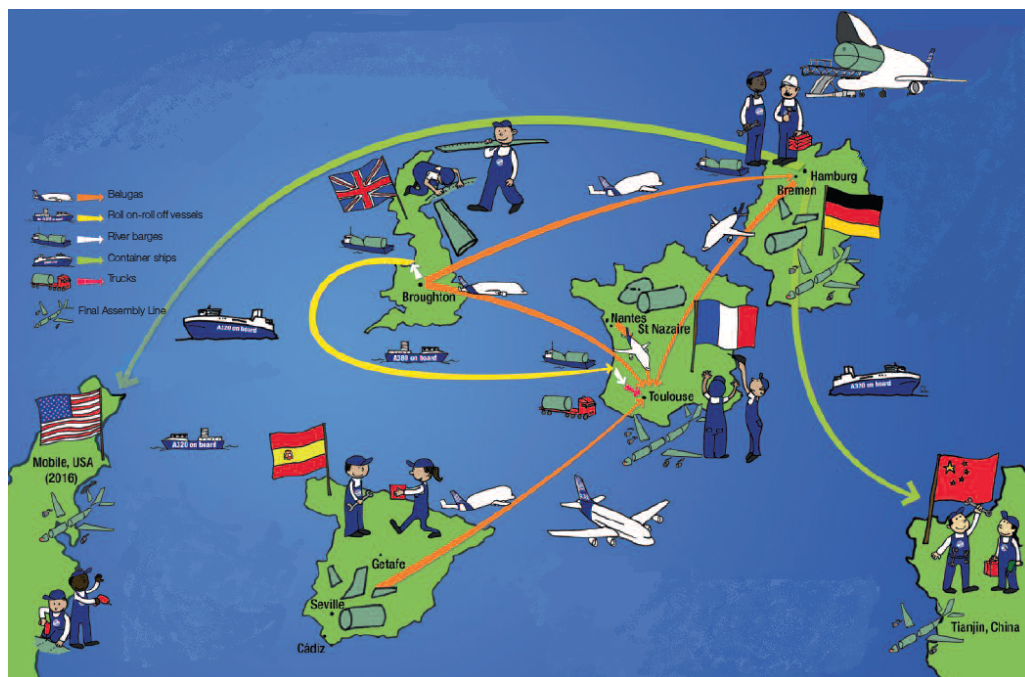


Figura 4: Sistema logístico da Airbus

A Airbus em Toulouse é o maior centro aeronáutico europeu e é onde está localizada a sede da empresa. Mais de 16 mil pessoas estão empregadas pela companhia em Toulouse. O complexo de Toulouse é composto por seis fábricas e um centro de entrega de aviões. As atividades de Toulouse são divididas da seguinte forma:

- Saint Eloi: Produção dos Pylons (conector do motor a asa);
- Blagnac: Fabricação de componentes elétricos e materiais compósitos;
- Saint-Martin: Centro de desenvolvimento dos produtos e linha final de montagem da família A320;
- Clément Ader: Linha final de montagem das famílias A330/A340 e A350;
- Louis Breguet: Manutenção de aeronaves e das fabricas, e centro de logística;
- Jean-Luc Lagardère: Linha final de montagem das famílias A380;
- Henri Ziegler: Centro de entrega de aeronaves e atendimento aos clientes.

## 12. CONTEXTO INDUSTRIAL

### 12.1 Apresentação da família A320

A família Airbus A320 é composta por aeronaves de pequeno e médio porte, de fuselagem estreita (apenas um corredor central) e é propulsionada por dois motores a reação (turbinas). Os aviões são utilizados no transporte de passageiros e também no transporte de carga, ou seja, não é usado para meios militares, apenas civis.

A partir da 2ª crise do petróleo em 1979, as indústrias automobilística, naval, aeronáutica e outras; começaram a se interessar por produtos econômicos, que consumissem uma quantidade baixa de combustível e que fossem destinados a proteção do meio-ambiente. Assim, o mercado de aviões de grande porte, que consumiam muito querosene, enfraqueceu e, conseqüentemente, o mercado de aviões de pequeno e médio porte (100-200 lugares) ficou mais forte.

Nessa época, o mercado de aviões até 200 passageiros era dominado pela Boeing, com os modelos B727 e B737, e pela McDonnell Douglas, com o modelo MD-80. Com o sucesso obtido com os A300s e o A310s, a Airbus anunciou a intenção de lançar um novo avião, esse que seria o seu primeiro avião Single-Aisle. As aeronaves desse segmento são muito importantes para as empresas aeronáuticas, porque elas detêm o maior número de pedidos (compras) dessas companhias. Por exemplo, para a Airbus, a família A320 representa mais de 75% dos aviões comprados da empresa.

Na tabela abaixo, estão indicados os números de unidades vendidas de cada família que ainda está em produção:

	A300 A310	A320 CEO/ NEO	A330 A340 A350	A380	Total
<b>Firm order backlog</b>		<b>3,364</b>	<b>877</b>	<b>173</b>	<b>4,414</b>

*Tabela 1: Número de aviões pedidos para cada família Airbus*

O primeiro modelo da família foi o A320, ele foi lançado em 1984, fez seu primeiro voo em 1987 e teve a primeira entrega ao consumidor em 1988. Como é o primeiro modelo da família, ele deu o nome a família de aviões. O A320 tem dado

origem a outros modelos que compartilham o mesmo design, mas com diferentes tamanhos de fuselagem e com motores diferentes, pois foram redimensionadas para o peso relativo de cada modelo.

Como ele tem como principal rival no mercado de aviões single-aisle, o Boeing 737, ele deveria ser do mesmo tamanho, mas deveria ter inovações nunca antes vistas, a fim de se destacar. Não só o mais baixo consumo de combustível, ele introduziu algumas inovações que serão mencionadas a seguir:

- O primeiro sistema fly-by-wire de controle de vôo totalmente digital em um avião civil;
- O primeiro avião civil a manches ao invés de colunas de direção;
- 2 pilotos (contra 3 pilotos do Boeing 737);
- O plano de fuselagem estreito e o primeiro avião com uma quantidade significativa de compósitos de fibras;
- Sistema de manutenção com centro de diagnóstico centralizado;
- A primeira aeronave SA com um sistema de carga por contêineres.

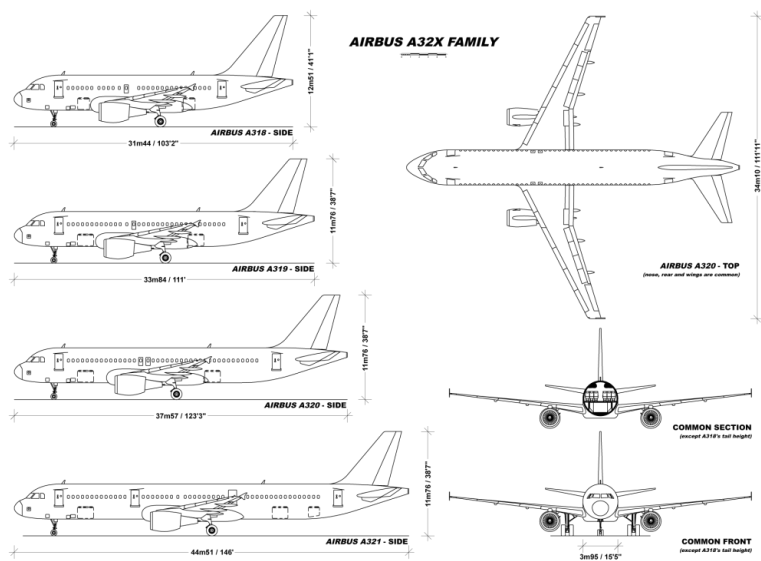


Figura 5: Família A320

A segunda aeronave da família foi o A321 (primeira entrega em 1994), em seguida, o A319 (primeira entrega em 1996) e A318 (primeira entrega em 2003). O A321 é uma versão maior do A320, e os A319 e A318 são pequenas menores. Além disso, todos os modelos podem ser fabricados como jatos privados. Compartilhar peças entre

os modelos permite que as companhias aéreas a reduzam o custo de manutenção da frota, treinamento de funcionários e salas de armazenamento de peças, por exemplo. A produção da família de motores dos A320 é feita por dois fornecedores, e, portanto, fora do âmbito da Airbus. Na compra, a companhia aérea tem o direito de escolher entre três modelos que variam conforme o avião que será equipado. Airbus é responsável apenas para a instalação de motores da aeronave.

Atualmente, a família de aviões A320 não é fabricada em apenas uma fábrica. As peças dessas aeronaves são produzidas em varias usinas e então são juntadas (montadas) em duas linhas de montagem final, em Toulouse (sede da Airbus mundial) e Hamburgo (sede da Airbus Alemanha).

A seguir, são mostradas todas as usinas que são utilizadas para a fabricação e o que cada uma delas produz:

- Bremen (Alemanha): Flaps e Ailerons das asas;
- Broughton (Reino Unido): Montagen final das asas;
- Getafe et Illescas (Espanha): Elevadores;
- Hambourg (Alemanha): Junta das fuselagens, fuselagens dianteira e traseira; e Montagens finais dos modelos A318, A319, A321 et CJ;
- Nantes (França): Cabine e fuselagem central;
- Saint-Nazaire (França): Fabricação de peças e montagem de peças paraa fuselagem;
- Stade (Alemanha): Leme;
- Saint-Éloi (França): Pylon;
- Toulouse (França): Montagem final do A320.

Outra parte que também é importante, senão a mais importante, são os motores. A produção dos motores para a família A320 é feita por dois fornecedores, e estão fora do escopo da Airbus, ou seja, a Airbus não tem nenhuma ligação com a fabricação destas partes, apenas tem a obrigação de integrá-las (instalá-las) ao avião. No ato da compra de uma aeronave, a companhia aérea tem o direito de eleger entre os dois modelos de motores de acordo com as suas preferencias. Os dois modelos para essas aeronaves são: CFM56-5 (CFM International) e PW6000 (Pratt & Whitney).

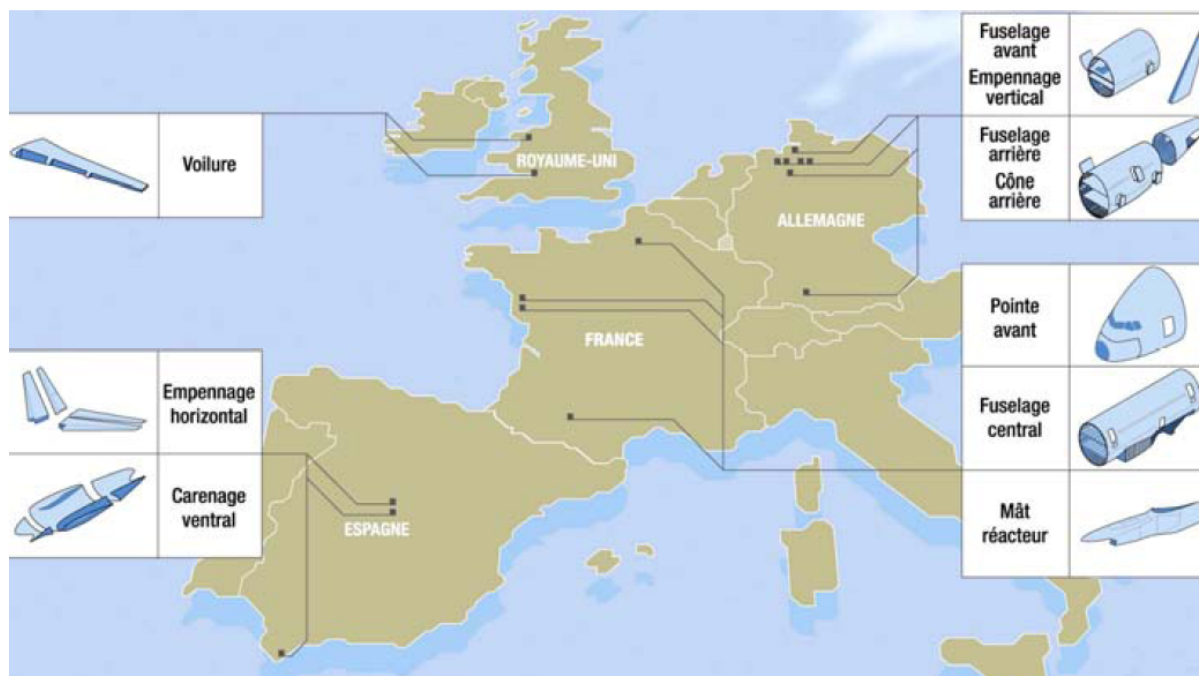


Figura 6: As fábricas da Airbus na Europa

Para se opor aos seus concorrentes no mercado de aeronaves entre 100 e 200 passageiros, principalmente contra o novo modelo 737 MAX da Boeing, a Airbus anunciou a atualização de toda a família A320, que é conhecida como projeto NEO. Os modelos que serão atualizados são o A319, A320 e A321, deixando de fora o modelo que tem menos demanda de toda a família, o A318. O projeto NEO pretende manter as vendas em alta, da família até meados de 2025, quando haverá o lançamento de uma aeronave que substituirá completamente a família A320, este que é conhecido internamente como A30X. Os concorrentes diretos do A320 são os Boeings 737, 737 MAX, 717 e 757, além do McDonnell Douglas MD-80.

No fim de setembro de 2012, um total de 5.264 aviões da família A320 já haviam sido entregues aos clientes, deste total 5.103 continuam em serviço. Além disso, 3.364 unidades estão vendidas, o que garante aproximadamente 7 anos de produção para estes modelos.

A família A320 é considerada o conjunto de aviões mais rapidamente vendidos no mundo, graças a atualização NEO, seus números de vendas entre 2005 e 2007, ela também é considerada a segunda família de aviões mais vendidas do mundo, atrás apenas dos Boeings 737.

Família A320				
Modelo	A318-100	A319-100 / A319LR / A319CJ	A320-200	A321-200
Tripulação	2			
Número de lugares	132 (1 classe-máxima)	156 (1 classe-máxima)	180 (1 classe-máxima)	220 (1 classe-máxima)
	117 (1 classe-típica)	134 (1 classe-típica)	164 (1 classe-típica)	199 (1 classe-típica)
	107 (2 classes)	124 (2 classes)	150 (2 classes)	185 (2 classes)
Capacidade de Carga	21.21 m <sup>3</sup> (749 cu ft)	27.62 m <sup>3</sup> (975 cu ft)	37.41 m <sup>3</sup> (1,321 cu ft)	51.73 m <sup>3</sup> (1,827 cu ft)
		4× LD3-46	7× LD3-46	10× LD3-46
Comprimento	31.44 m (103 ft 2 in)	33.84 m (111 ft 0 in)	37.57 m (123 ft 3 in)	44.51 m (146 ft 0 in)
Envergadura	34.10 m (111 ft 11 in) (35.8 m (117 ft 5 in) with sharklets)			
Altura	12.51 m (41 ft 1 in)	11.76 m (38 ft 7 in)		
Máxima carga para decolagem	68 t (150,000 lb)	75.5 t (166,000 lb)	78 t (172,000 lb)	93.5 t (206,000 lb)
Máxima carga para aterrisagem	57.5 t (127,000 lb)	62.5 t (138,000 lb)	66 t (146,000 lb)	77.8 t (172,000 lb)
Velocidade de cruzeiro	Mach 0.78 (828 km/h/511 mph at 11,000 m/36,000 ft)			
Velocidade máxima	Mach 0.82 (871 km/h/537 mph at 11,000 m/36,000 ft)			
Distância para decolagem	1,828 m (5,997 ft)	2,164 m (7,100 ft)	2,090 m (6,860 ft)	2,560 m (8,400 ft)
Motores	CFM International CFM56-5 series			
	Pratt & Whitney PW6000 series	IAE V2500 series		

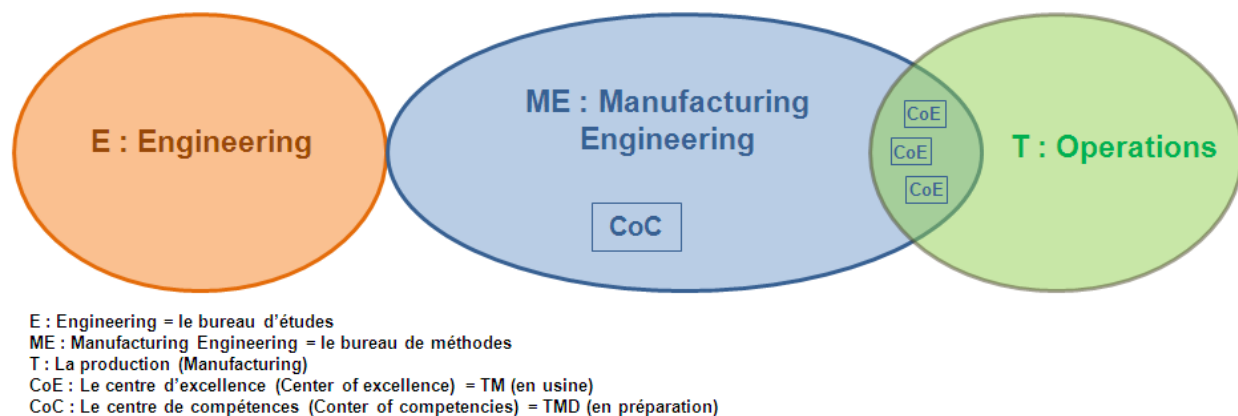
Tabela 2: Família A320

## 12.2 Engenharia Industrial

A Engenharia Industrial (Manufacturing Engineering – ME) é a conexão entre o desenvolvimento do produto (Engenharia) e a produção dele (Operações). Ela tem a intenção de auxiliar a realização de projetos que estejam ligados com a fabricação dos produtos finais. Os principais objetivos da ME são a criação, a otimização, a manutenção e a melhora contínua de um sistema operacional capaz de oferecer excelência operacional.

O departamento de Engenharia Industrial na Airbus é composto por duas partes (centros). Uma parte responsável pela elaboração de programas para a produção de novos produtos, pelos métodos de fabricação, por dar suporte industrial às fabricas, pela arquitetura do sistema industrial, pelo controle de qualidade dos processos, por propostas para a otimização destes processos, etc. Essa parte é conectada diretamente com as usinas e é denominada Centro de Competências (Center of Competencies for Manufacturing Engineering, CoC – ME). A segunda parte é chamada Centro de Excelência (Center of Excellence CoE – ME), eles estão presentes em cada fabrica da

Airbus e são responsáveis pela preparação dos processos de fabricação, por exemplo: atuam na gestão de modificações de peças, otimização do tempo de produção em cada estação, programação de máquinas CNC, etc. São a parte da ME ligada exclusivamente a uma usina.



*Figura 7: A Engenharia Industrial*

O escopo do estágio do aluno era a participação no CoC, o que o permitiu ter uma visão geral do processo de fabricação de cada uma das fabricas do programa A320. Para o aluno, o papel da CoC é a criação da sinergia entre as equipes dos CoEs, compartilhando experiências, conhecimento, lições aprendidas e conciliar os princípios da ME com seus processos de fabricação. A ME é responsável pelo desenvolvimento da estrutura industrial para todos os produtos, bem como sua manutenção com o passar dos tempos. Além disso, ela auxilia a Engenharia com a industrialização de novos aviões. Outro ponto importante que está no escopo da ME é a garantia que as aeronaves sejam fabricadas no tempo planejado e que a qualidade desses produtos seja garantida. Isso afeta diretamente o faturamento da Airbus, porque se um avião é entregue atrasado, a Airbus tem que pagar uma multa para seus clientes, e se o produto não passa pelos testes de qualidade do comprador, novamente é cobrada uma multa pelo cliente.

Resumidamente, a responsabilidade da ME é propor e permitir a fabricação através de uma engenharia otimizada, com integração dos sistemas, normalização de processos e constante busca pela melhora dos sistemas de fabricação.

A ME na Airbus é denominada pela sigla TMD. Isso quer dizer que ela está dentro do departamento de Operações (T), que contém o setor de Processos Industriais (TM), e por fim Engenharia industrial (TMD).

Seguindo a lógica, a ME deve conter outros setores. Esses setores são divididos segundo os seus objetivos: Funções (A, Q, C, M, X, R, L) e Programas (K, N, D, Y). O esquema a seguir, mostra a organização da ME:

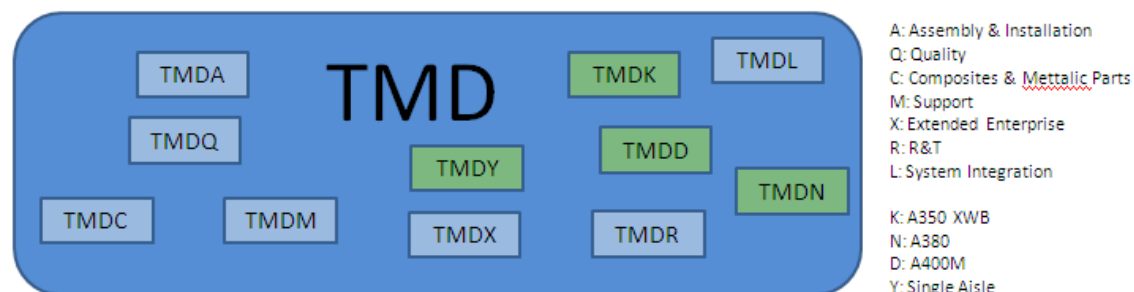


Figura 8: Setores da Engenharia Industrial da Airbus

Cada parte da divisão é responsável por uma porcentagem do trabalho completo da ME. A responsabilidade de cada setor é mostrada no quadro exposto a seguir:

TMD	Funções	TMDA	Responsável do início ao fim do desenvolvimento e da execução do sistema de produção.
		TMDQ	Ajudar a ME com harmonização da produção e com padronização técnica processual.
		TMDC	Elaborar e oferecer processos industriais maduros para a fabricação das peças.
		TMDM	Harmonizar, aperfeiçoar os métodos da ME e propor padronizadas para melhorar o desempenho da ME.
		TMDX	Adaptar o "ME Extended Enterprise ways of work" e as ferramentas usadas pela ME para se integrar com o "Airbus Extended Enterprise".
		TMDR	Encorajar a inovação e é responsável pela entrega de inovações tecnológicas industriais para a Airbus.
		TMDL	Desenvolver, implementar e melhorar continuamente os processos elétricos padronizados de fabricação, instalação, testes e retrabalho.
	Programas	TMDK	Responsável pela contribuição da ME ao programa A350.
		TMDN	Responsável pela contribuição da ME ao programa A380.
		TMDD	Responsável pela contribuição da ME ao programa A400M.
		TMDY	Responsável pela contribuição da ME ao programa A320 (SA).

Tabela 3: Organização da Engenharia Industrial na Airbus

O programa dos aviões Single-Aisle (família A320) é integrado com a ME pelo setor TMDY. Foi para esse setor que o aluno desenvolveu seu trabalho. O TMDY é decomposto em outros três setores menores: TMDY1 que são responsáveis pela industrialização das asas da aeronave; TMDY2 se ocupa da parte estrutural do avião; e TMDY3 que trabalha com as partes da fuselagem.

### **12.3 Gestão de Projetos**

A gestão de projetos permite que a empresa responda as exigências dos seus clientes, se adaptando às evoluções do mercado, esse que se torna cada dia mais complexo e competitivo. O projetos são onde as empresas fazem seus investimentos, suas evoluções industriais e em seus produtos. Resumindo, as evoluções, as reestruturações, as melhoras, são todas definidas e realizadas por projetos.

Os projetos exigem que seus gestores sigam, durante todo o ciclo de vida, métodos que demandam ferramentas comuns, estas são previamente definidas pela empresa. Normalmente esses padrões estão relacionados à planificação de documentos, estruturação de um projeto, ordem de evolução e resultados esperados em cada etapa, ferramentas de qualidade e o mais difícil, gestão de informação (comunicação).

Analisando os objetivos da ME e os objetivos de um projeto, podemos traçar um paralelo entre os dois e dizer que gerir um projeto para a ME deve permitir o desenvolvimento, a realização, a modernização, a manutenção da vida operacional de um sistema produtivo, além de buscar o corte de custos desnecessários, a diminuição de atrasos de produção e a qualidade dos produtos.

Assim, como visto anteriormente, podemos dizer que a gestão de projetos está totalmente ligada as atividades da ME, pois, lembrando, seus principais objetivos são: a criação, a otimização, a manutenção e a melhora continua de um sistema produtivo. Esses objetivos são totalmente dependentes de projetos.

Na Airbus, é evidente que a aplicação de uma gestão de projetos personalizada, mas ao mesmo tempo seja metódico (seguindo padrões) aumentam a probabilidade de sucesso do projeto. É ainda mais óbvio quando analisamos projetos de natureza

complexa e muito complicada, como, por exemplo, a reestruturação de um processo de fabricação ou o desenvolvimento de uma nova aeronave.

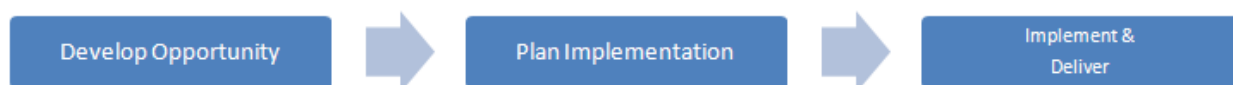
Para entender quais são as normas de gestão de projetos devem ser aplicadas, é importante que haja uma análise do contexto onde o projeto será executado, pois, por exemplo, não podemos usar o mesmo padrão para um projeto de Recursos Humanos para a criação de um novo avião. A fim de maximizar o potencial dos gestores de projetos, a Airbus apresentou uma mudança cultural, organizacional e processual importante, que afetou diretamente os padrões de gerenciamento de projetos. Assim, nos últimos anos, a Airbus obteve um grande progresso com a utilização da ferramenta chamada Product Lifecycle Management (PLM), ela auxilia o desenvolvimento de projetos altamente complexos.

Na Airbus, os projetos são divididos em quatro tipos :

- PDP (Product Development Projects), desenvolvimento de novos produtos;
- GPP para projetos relacionados a área de IT (Information Technology);
- TRL para projetos de pesquisas, R&T (Research technologies) ;
- LBIP (Lifecycle Business Improvement Projects) para projetos ligados a evolução de sistemas preestabelecidos.

Em função do tipo de projeto, o ciclo de vida dele varia. Isso quer dizer que cada projeto tem seu desenvolvimento customizado dentro dos quatro padrões aceitos pela empresa.

Numa macro visão, podemos agrupar os quatro tipos de projetos em apenas uma sequência, que é mostrada a seguir:



*Figura 9: Principais partes de um projeto*

1) Desenvolver uma oportunidade: Durante a fase inicial, as oportunidades de negócios são identificadas e os riscos são avaliados. Estes riscos são normalmente onde existem as oportunidades de que haja um trabalho realizado, ou seja, uma oportunidade de implementação de um projeto. Para lançar o projeto, é necessária a elaboração de um dossiê com um nível de complexidade aceitável. Esse documento deve conter o que o projeto vai requerer de recursos financeiros da empresa, assim

como um *Business Case* pré-fixado e claro, e a confirmação de compromisso dos profissionais necessários para a realização desse projeto.

Para o lançamento formal, a direção da Airbus deve declarar que tem interesse no desenvolvimento desse trabalho e que irá contribuir com os recursos necessários (excluindo recursos financeiros que devem ser aceitos posteriormente) para a realização do trabalho.

2) Plano de Implementação: A fase seguinte inclui todas as tarefas necessárias para identificar e planejar as atividades e as metas de cada etapa, além dos resultados esperados no final. Estes que serão necessários para chegar aos objetivos, inicialmente identificados como oportunidades de negócios, em tempo (sem atraso), dentro do orçamento (sem gastos extras) e com a qualidade especificada no lançamento do projeto. Esta é uma fase crucial de preparação para a próxima fase ("Implementar & Entregar"), é aqui onde o gerenciamento de projetos padronizado pode aumentar as chances de sucesso.

No entanto, a proposta do projeto feita pela equipe do projeto deve ser aprovada pelo patrocinador do projeto, alguém do quadro de Top Managers da Airbus. Ele também deve ser negociado com os clientes do projeto (áreas que serão beneficiadas por ele), para que estes se comprometam a financiá-lo.

Uma vez que o compromisso de cada parte foi acordado, a fase final, "Implementar & Entregar" é iniciada, e assim existirá um aumento significativo de trabalho e de custos.

3) Implementar & Entregar: durante a fase final, o projeto é executado implementando as propostas, até a entrega dos objetivos definidos inicialmente. O projeto é entregue quando o cliente o valida, dizendo que o trabalho feito satisfaz os requisitos.

Uma vez que a solução é entregue, há ainda a tarefa de fechar o projeto. Ela inclui a redução dos recursos exigidos e a compilação das lições aprendidas durante esse período.

## 12.4 LBIP (Lifecycle Business Improvement Projects)

Falando especificamente sobre os projetos do tipo LBIP (Lifecycle Business Improvement Projects), os quais o aluno teve mais contato. O objetivo do ciclo de vida do projeto é organizar o trabalho, reduzir a complexidade e melhorar o desempenho das entregas que foram exigidas.

Ele é dividido em nove “*gates*” (G) e dentro de cada um existe objetivos específicos. O esquema a seguir demonstra as nove etapas do projeto e o que é esperado em cada uma delas.

É importante salientar que de um projeto pequeno não é exigido que ele passe por todos os “Gates”, mas é exigido que ele passe pelos mais importantes, G2, G5 e G9.

A seguir pode-se ver com mais de detalhe o que é cada um dos Gates e o que se espera do gerente do projeto em cada uma destas etapas.

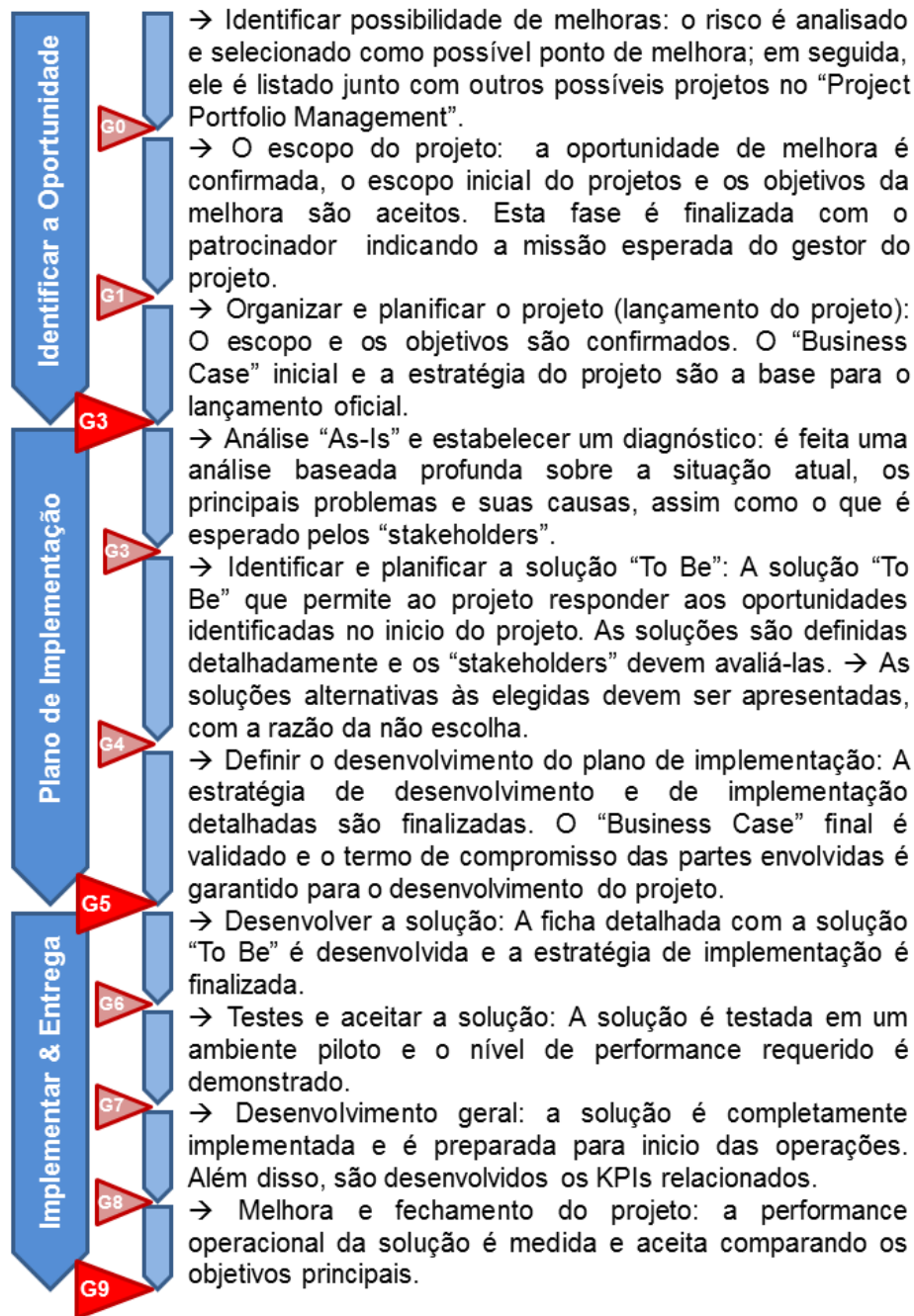


Figura 10: Sequência de um projeto

## **13. ANÁLISE DO MERCADO AERONÁUTICO**

### **13.1 O mercado aeronáutico**

No setor aeroespacial, as coisas nem sempre são o que parecem. Na década de 1980, a Boeing reinou suprema. Suas aeronaves cobriam praticamente todo os nichos do mercado. O suporte ao produto era exemplar. Então, a empresa ficou considerada uma das melhores empresas mundial para se trabalhar e continua sendo um orgulho para a nação norte-americana. Em parte, porque a venda de grandes aviões comerciais fora dos EUA é um dos principais produtos para exportação do país, e em parte porque eles haviam aprendido a fabricar esses aviões melhor (qualitativamente falando), mais rápidos (quantitativamente falando) e mais barato (economicamente falando) do que ninguém antes havia feito.

A competição estava pouco visível. McDonnell Douglas tinha entrado em declínio normal devido às circunstâncias da época (Crise do Petróleo), mas dessa vez a baixa seria terminal e acabaria com a falência da empresa; enquanto isso, em Seattle (sede da Boeing), a Airbus era visto apenas como um concorrente que estava longe de alcançar o prestígio e que continuava operando, porque era um consórcio de governos dispostos a gastar enormes somas de dinheiro com pouco retorno. Hoje as coisas mudaram, Boeing e Airbus são os únicos fornecedores de aviões para as grandes companhias aéreas. Nos últimos vinte anos, as duas empresas estão se movendo em direções opostas. Vários conflitos internos na Boeing, levaram a Airbus até a liderança do mercado aeronáutico mundial.

As coisas começaram a mudar na década de 1980. Assim, em 1990, a soberania da Boeing já estava afetada, pois controlava 62% do mercado, enquanto que a McDonnell Douglas detinha 23% e a Airbus apenas 15%. Hoje o panorama mudou completamente. A McDonnell Douglas declarou falência e então acabou sendo absorvida pela Boeing em agosto de 1997. Em 2002, pela primeira vez, a Airbus vendeu mais do que Boeing, e novamente em 2003. Esta mudança pode ser visto em dois gráficos a seguir. O primeiro mostra que a Airbus recebeu mais pedidos que a Boeing em nove dos últimos dez anos, e o segundo mostra que a Airbus fabricou mais

aeronaves. Isso nos mostra que nos últimos 30 anos, o panorama do mercado aeroespacial global mudou a favor da Airbus.

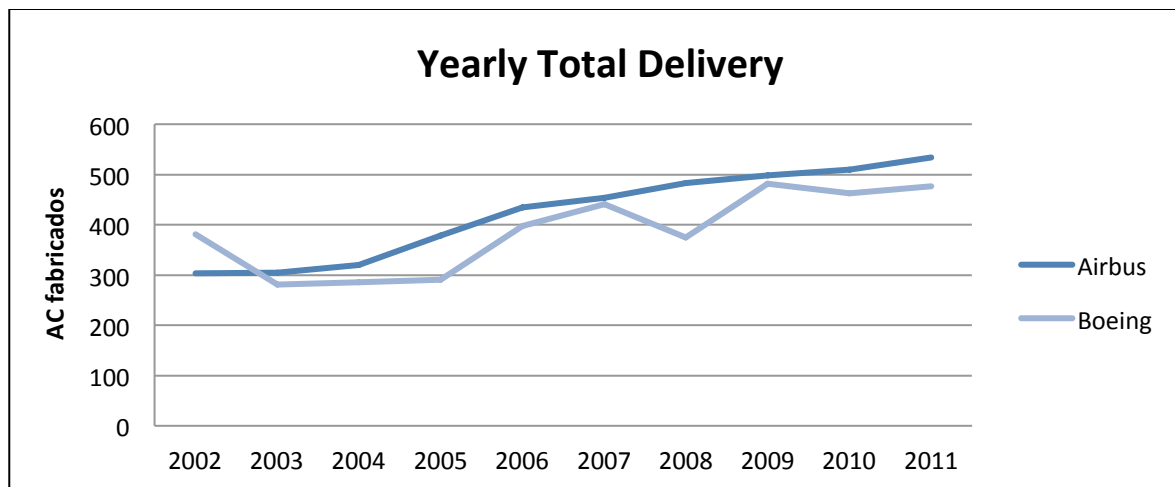


Gráfico 1: Histórico de entregas da Airbus e da Boeing

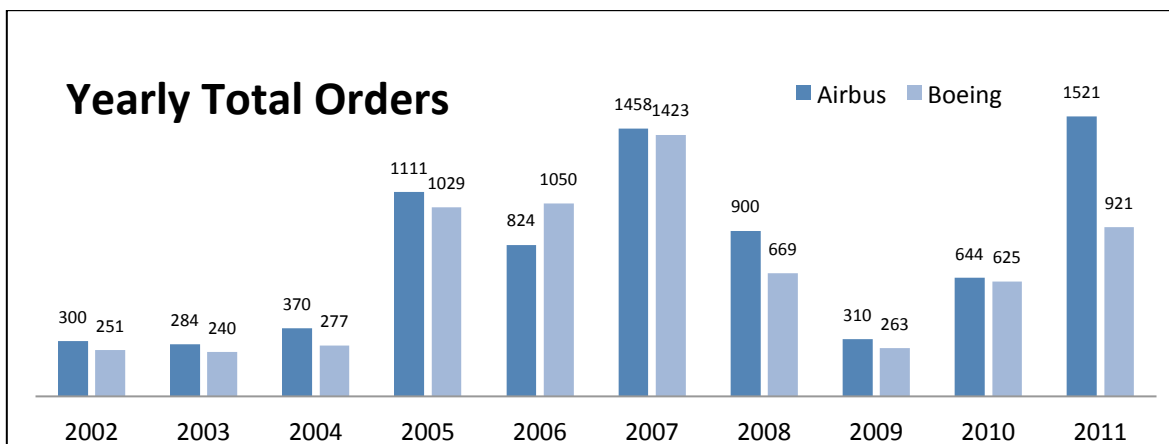


Gráfico 2: Histórico de vendas da Airbus e da Boeing

## 13.2 Previsões do mercado aeronáutico para os próximos 20 anos

Os últimos anos foram caracterizados por uma grande agitação social e pela incertidão econômica em todo o mundo. Mesmo estando em um dos períodos mais difíceis economicamente, o mercado aeronáutico enfrentou com tranquilidade a crise bancária em 2008/2009, e atualmente, encara a crise europeia. Ainda assim, esses fatores não impediram de crescer mais de 50% de 2001 a 2011. Isso é um exemplo claro de como as pessoas valorizam o transporte aéreo.

Para definir as suas metas para o futuro e justificar seus investimentos, a Airbus tem seus próprios especialistas que fazem previsões sobre o mercado aeronáutico mundial ao longo dos próximos 20 anos. Uma compilação dessas previsões é publicada no “Global Market Forecast” e as divide em cinco partes expostas a seguir.

- A demanda de transporte aéreo;
- Previsões sobre o tráfego aéreo;
- Demanda de aeronaves civis;
- Demanda de aeronaves por região;
- Demanda de aeronaves de carga.

Entre os cinco pontos, serão destacados os pontos ligados diretamente a produção da família A320.

### 13.3 Previsões do tráfego aéreo

Como podemos ver historicamente, o transporte aéreo é uma indústria em pleno crescimento. A principal evidência disso é a resistência à choques externos, como já foi mencionado anteriormente. Os impactos econômicos que essas crises causaram no mercado aeronáutico foram de curto prazo, permitindo que no médio e longo prazo houvesse o crescimento econômico.

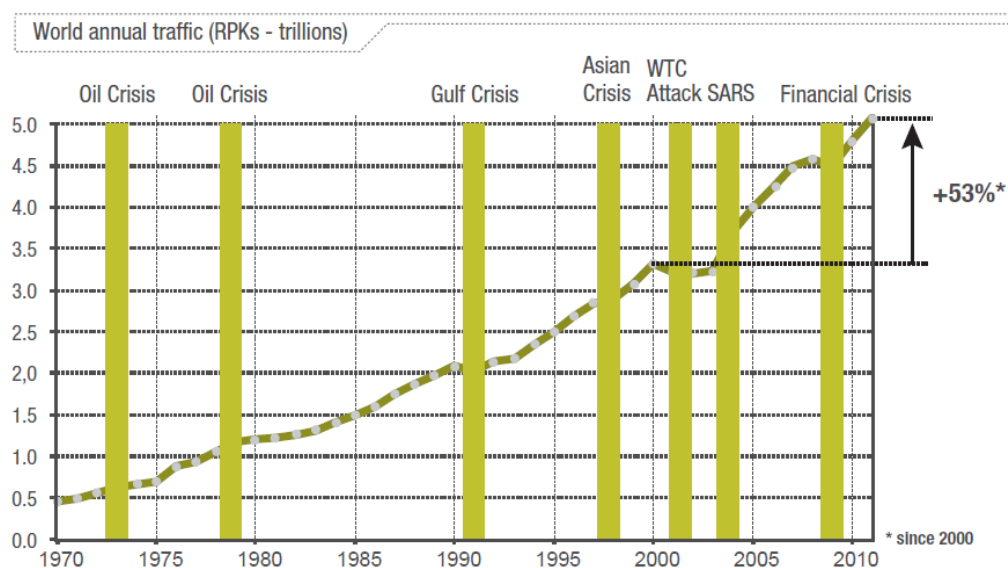


Gráfico 3: Crescimento do mercado aeronáutico

Por exemplo, a guerra do Golfo de 1990/1991 provocou uma diminuição de 2,9% no tráfego aéreo mundial nesse período e a crise asiática de 1998 foi responsável pelo decréscimo de 1,8%. Estas porcentagens são expressas pelo índice RPK (Revenue Passenger Kilometre). Na última década (2000-2011) ocorreu vários acontecimentos que afetaram o mercado, são eles: os atentados terroristas aos Estados Unidos (-2,9% RPK em 2001, -0,5% em 2002), as doenças respiratórias e recuperação do baque anterior (+1,3% RPK em 2013, crescimento abaixo da média) e enfim a crise financeira de 2008-2009 (+2% RPK em 2008 e -2% RPK em 2009). Todos estes eventos não impediram que o tráfego aéreo crescesse 53% no decorrer da última década.

Nos últimos 40 anos, o crescimento do mercado aeronáutico, foi estimulado por diversos fatores, sendo que os principais estão listados a seguir:

- A evolução demográfica, o aumento da população mundial e sobretudo da população urbana;
- O aumento da riqueza, em paralelo com o desenvolvimento da classe média em diversos países;
- A liberação progressiva do transporte aéreo, o que permitiu a criação de companhias aéreas de baixo custo (low-cost airlines). Isso também contribuiu para uma reação das companhias aéreas tradicionais, que melhoraram a eficácia de suas operações através do aumento da produtividade de suas frotas de aviões e o desenvolvimento de sistemas como o “hub-and-spoke” (Sistema de conexões entre cidades). O efeito dessas mudanças foi a diminuição do custo unitário (custo médio do RPK), o que se traduz para o cliente, uma baixa do preço dos bilhetes;
- A globalização, que permite a maior conectividade mundial de pessoas e maior capacidade de viagens de turismo;
- A disponibilidade de aviões mais eficazes, o que facilita as viagens a turismo.

Do ponto de vista geral, o tráfego aéreo civil é devido a dois fatores principais:

- A atividade econômica mundial: Considerando o Produto Interno Bruto (PIB) num nível mundial, seu crescimento pode ser traduzido pelo aumento da riqueza mundial, conseqüentemente existirá um aumento na propensão das pessoas querendo viajar;

- O preço da viagem: se o poder de compra dos consumidores continua o mesmo (levando em conta o aumento do salário igual ao da inflação) e o custo médio de uma viagem continua o mesmo, isso relaxaria o orçamento das pessoas, e assim aumentaria o poder de compra dos consumidores e também o número de pessoas que são economicamente capazes de voar (aumento no número de consumidores). A elasticidade do preço do tráfego aéreo civil é de aproximadamente 0,6%, isso quer dizer que com a diminuição de 1% no preço médio de uma viagem, o tráfego aéreo deve aumentar em torno de 0,6%.

Entre 2012 e 2031, haverá um crescimento do RPK médio devido as companhias aéreas do Oriente Médio (+7,3% RPK por ano, durante 2012-2031), da América Latina (+5,9% RPK), da CIS (+5,4% RPK) e da África (+5,1% RPK). Num ritmo mais lento estão as companhias europeias e norte-americanas, que terão um crescimento de 4,1% e 3,3% respectivamente.

O tráfego aéreo entre mercados avançados e emergentes vai crescer a uma taxa anual de 5,1%, não muito longe do crescimento anual de 6,6% do tráfego aéreo entre os mercados emergentes.

Do ponto de vista mundial, o crescimento será em média de 4,7% por ano. Ainda que os mercados emergentes sejam os principais motores de desenvolvimento e possivelmente os líderes do futuro, a importância dos mercados desenvolvidos não pode ser subestimada, porque apesar do seu crescimento menor, eles serão responsáveis por 60% das aeronaves compradas até 2031.

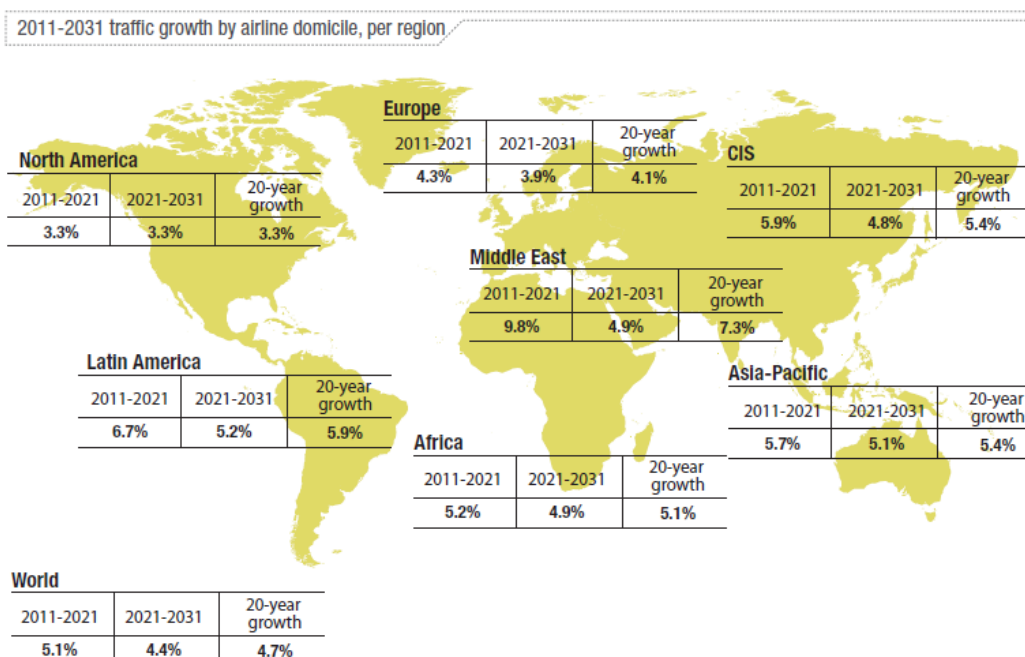


Figura 11: Provisão de crescimento do mercado aeronáutico em cada região do mundo

Baseado sobre os principais fatores, podemos identificar que a previsão de evolução dos RPKs é que eles vão dobrar nos próximos 15 anos, como aconteceu no decorrer dos últimos 30 anos. O transporte aéreo é e continuará sendo um setor que cresce, e o RPK mundial tem previsão de aumentar em uma taxa de 4,7% em média por ano.

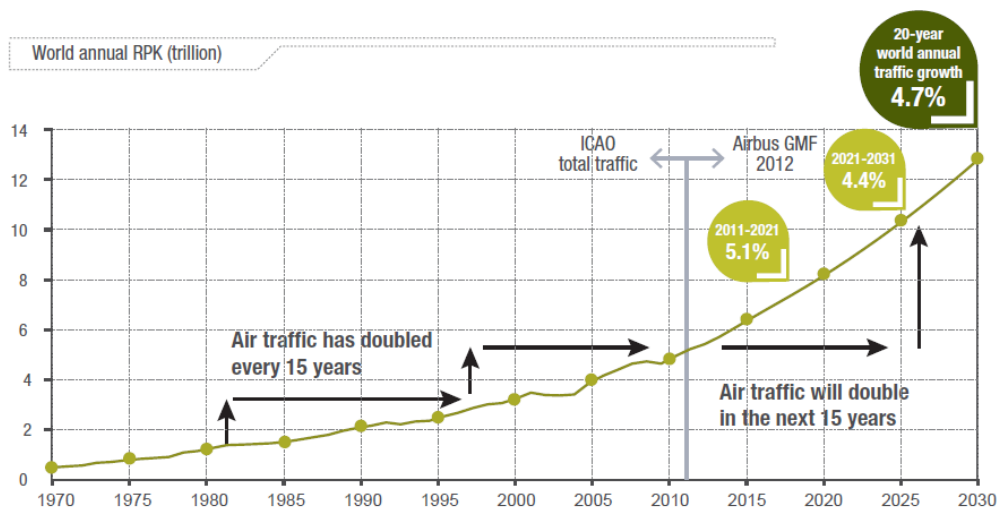


Gráfico 4: Previsão de crescimento do mercado aeronáutico mundial

Com a previsão de um grande crescimento do tráfego aéreo, nos leva a concluir que isso só será possível com um número maior de aeronaves, o que é uma oportunidade de negócios para a Airbus.

### **13.4 A demanda de aviões comerciais – single aisle (SA)**

Hoje em dia (2011), existe um total de 12.161 aviões Single-Aisle em atividade no mundo e fornecessem os seus serviços em todas as partes do globo terrestre. Eles representam 78% da frota mundial de aviões comerciais com mais de 100 assentos.

Os aviões SA têm como principal mercado efetuar uma conexão direta e ágil para passageiros que queiram se locomover entre cidades que não tenham o porte de uma megalópole ou de uma dessas cidades até uma megalópole, ou seja, pequenas distâncias, sendo que para passageiros que viajam entre duas megalópoles (longa distâncias), aviões maiores (mais de 200 assentos) são utilizados. Não é somente os tipos de operações que variam conforme o porte da aeronave, mas podemos destacar o tempo e a distância das viagens como as principais diferenças. Estima-se que entre 5-7% da frota de 2011 dos SAs façam viagens consideradas longas (mais de 3200 km). Por isso, existe uma tendência no mercado que é a introdução de novas versões dos aviões atuais e que estas sejam mais econômicas. Um exemplo é o A320NEO que já foi citado nesse trabalho. Ele oferece menor consumo de combustível, chegando a 15% de economia, isso graças à melhora contínua das tecnologias envolvidas, mais especificamente falando, são melhorias aerodinâmicas e no motor.

Outra evidência que mostra claramente o crescimento do mercado de SAs, é a opção das companhias aéreas pelos SAs ao invés de aviões menores (até 100 passageiros). Um exemplo é a empresa aérea TAM (Brasil), que antigamente costumava optar por aviões Fokker pequenos e hoje opera principalmente com Airbus maiores que os Fokkers.

Em 2031, a previsão é que o número de aviões SAs ira mais que dobrar com relação aos números de hoje (2011). Isso será um total de aproximadamente 24.000 aeronaves, mais de 3,5% por ano de crescimento. 19.500 das 24.000 novas entregas devem vir entre agora e 2031, sendo que cerca de 40% para substituição de aviões antigos e 60% visando o crescimento da indústria.

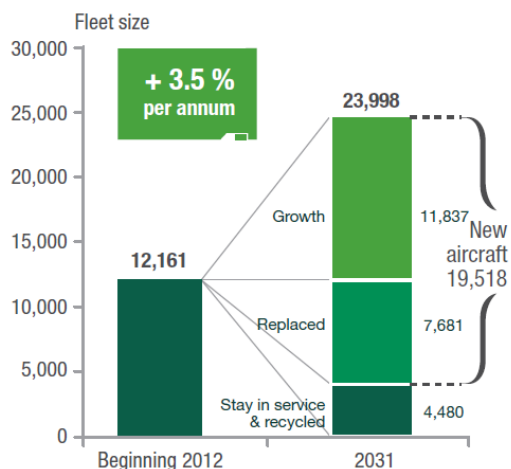


Gráfico 5: Demanda de aviões SAs nos próximos 20 anos

Geograficamente, a América do Norte e a Europa vão conduzir as compras, pois eles deverão substituir suas frotas envelhecidas. Estas duas regiões combinados representarão quase 50% da demanda global por novas aeronaves SA. Mas, como já dissemos, os mercados emergentes são o segundo grupo em demanda por SA. A seguir, pode-se ver o número de aeronaves SA necessárias para cada região do mundo.

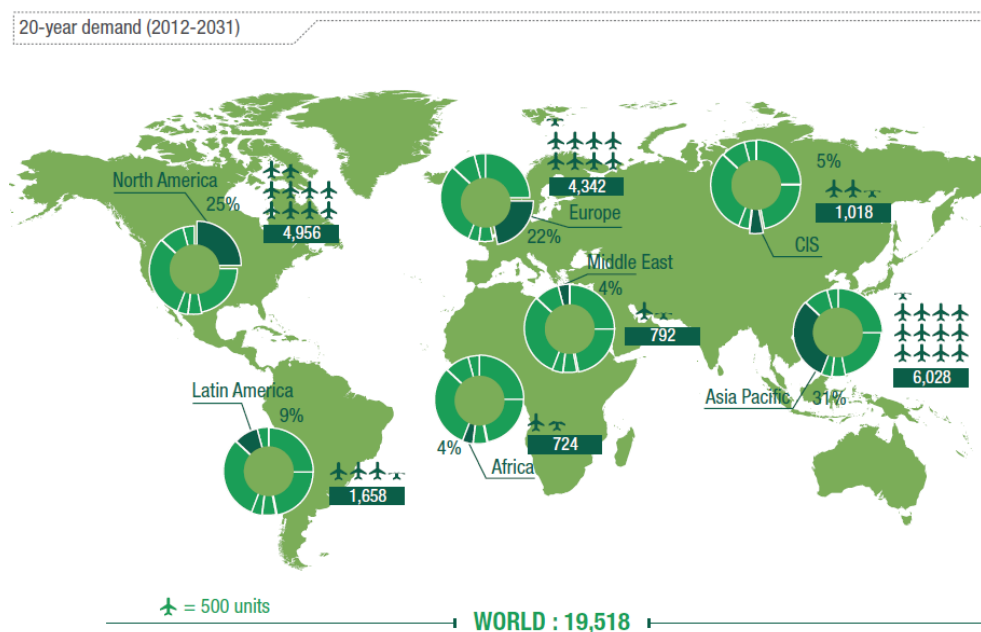


Figura 12: Demanda de aviões SAs nos próximos 20 anos por região mundial

## 14. FIT FOR RAMP-UP (F4RU)

A partir dos anos 2000, tem havido um crescimento na demanda por aeronaves em todo o mundo. Isto também significa que a concorrência entre a Airbus e a Boeing está ficando cada vez mais disputada e o aumento da produção que é determinado pela demanda do mercado, é necessário.

A produção é adaptada, evolui e aumenta conforme este contexto. Para que isso seja possível, a taxa de produção requer métodos robustos que fixem prazos de entrega, cumpram estes prazos e entreguem um produto com qualidade.

Como exemplo de sucesso, pode-se citar a recente história que aconteceu com a Toyota em 2008. Depois de ver que suas linhas de produção na China estavam operando na máxima capacidade por quase 5 anos e, portanto, não podiam atender à demanda do mercado que necessitava de mais carros. A Toyota estabeleceu uma parceria com a Guangzhou Automobile, que em 2010, obteve um aumento de 120 mil veículos (Toyotas Camry) produzidos por ano. Para obter mais uma parcela do mercado aeronáutico, a Airbus deveria seguir o exemplo e agir para que o aumento da produção fosse feito.

Dentro do plano de objetivos “Airbus Essentials Objectives 2012”, existem que três pontos que nos interessam para a sequência do trabalho. São eles: o aumento da produção em todas as famílias Airbus, entregar pelo menos 577 aeronaves e focar nas vendas da família A320 e A380.

Para atingir estes objetivos, em especial, para garantir um aumento na produção da família A320, proporcionando entregas seguras aos clientes, isso quer dizer, no prazo estabelecido; foi lançado o programa “Fit for Ramp-up” (F4RU).

### 14.1 Início do Programa

Devido ao difícil contexto industrial; desempenho de entregas no prazo (OTD: “On-time delivery”) abaixo do preestabelecido; capacidade e confiabilidade do “Supply Chain” limitados e os CoEs e linhas finais de montagem em modo de recuperação. O programa SA, que é responsável pela produção da família A320, lançou o programa “Fit for Ramp Up”, que visava principalmente dois objetivos:

- Retomar a robustez industrial dos SAs (principalmente o desempenho OTD) em todas as fases da fabricação. Objetivo: 9 de 10 aeronaves entregues no prazo;
- Preparar as instalações industriais dos SAs para taxas de produção mais elevadas (mínimo 42 unidades por mês), antes da introdução da NEO.

## 14.2 Estrutura do programa

O programa F4RU é dividido em cinco subprogramas. Cada subprograma tem seus próprios projetos. Para alcançar seus objetivos, o F4RU tem o direito de aceitar ou rejeitar as propostas de cada um desses projetos, isso significa que financeiramente os gestores do F4RU são quem decidem quais projetos serão implementados. Abaixo pode-se ver cada um dos subprogramas, projetos e objetivos:

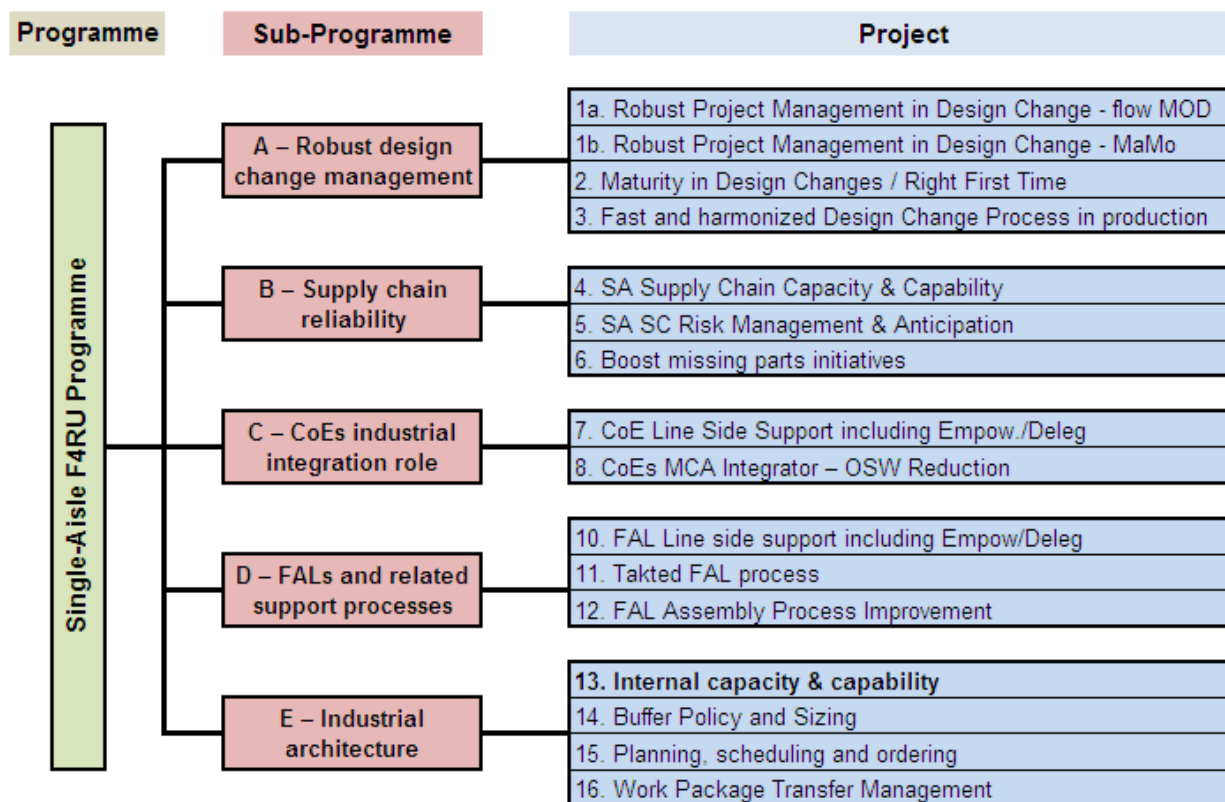


Figura 13: Organograma do Programa F4RU

A – “Robust design change management”:

- Objetivo: Assegurar uma fabricação durável e confiável para evitar repetições, e ajustes no final da fabricação, aumentando assim a satisfação do cliente final. Melhorar o desempenho “Time-to-get-a-fix” e a resposta “End-to-End” para FALs, Flightline e Delivery Center.
- Projetos: 1a – “Robust Project Management in Design Change”. 1b – “Robust Project Management in Design Change”. 2 – “Maturity in Design Changes / Right First Time”. 3 – “Fast and harmonized Design Change Process in production”.

B – “Supply chain reliability”:

- Objetivo: Assegurar as entregas e a qualidade das entregas dos fornecedores à FALs, aos CoEs e aos centros de “Supply Chain”.
- Projetos: 4 – “SA Supply Chain Capacity & Capability”. 5 – “SA SC Risk Management & Antecipação”. 6 – “Boost missing parts initiatives”.

C. “CoEs Industrial Integration Role”:

- Objetivo: Padronizar o fluxo de montagem reduzindo a variabilidade e alinhando em um “takt-time”.
- Projetos: 7 – “CoE Line Side Support including Empow./Deleg”. 8 – “CoEs MCA Integrator – OSW Reduction”.

D. “FALs and Related Support Processes”.

- Objetivo: Padronizar o fluxo de montagem reduzindo a variabilidade e alinhando em um “takt-time”. Projetos relacionados à nas linhas finais de montagem.
- Projets: 10 - “FAL Line side support including Empow/Deleg.” 11 – “Takted FAL process”. 12 – “FAL Assembly Process Improvement”.

E. “Industrial Architecture”.

- Objetivos: Identificar e gerenciar riscos de “Supply-Chain”, a fim de proteger o “takt-time”.

- Projetos: 13 – “Internal Capacity & Capability”. 14 – “Buffer Policy and Sizing”. 15 – “Planning, scheduling and ordering”. 16 – “Work Package Transfer Management”.

## **15. INTERNAL CAPACITY & CAPABILITY (ICC)**

Como já foi visto, o projeto "Internal Capacity & Capability" (ICC) é o projeto número de 13 do programa "Fit for Ramp-Up" (F4RU), por estar no contexto industrial da Airbus, o projeto ICC deve seguir os passos descritos no "Project Management Guidebook" (PMG). Frederick Trassard foi nomeado como gestor do projeto e montou sua equipe. Nela estava o aluno Henrique de Souza Vidal que trabalhou diretamente com o Frederick, atuando como seu assistente.

Em uma visão macro, o ICC é uma análise e resolução de problemas que afetam a capacidade de produção de aeronaves Single-Aisle.

Por outro lado, em uma visão mais detalhada, vemos que o ICC é um projeto que engloba muitos outros projetos os quais se desenvolvem ao mesmo tempo. Esses projetos estão localizados em todas as plantas relacionadas com a família A320 da Airbus. Eles, juntos, devem cumprir os objetivos do ICC. Para alcançar a meta final, o ICC exige um grande comprometimento e motivação das equipes envolvidas, um meio eficaz de comunicação com as equipes de projeto, ferramentas que facilitam o fluxo de informações entre os responsáveis por cada projeto e o conhecimento industrial e técnico de todas as pessoas relacionadas com o ICC. O ICC não é apenas a solução de problemas específicos, mas é a solução de vários problemas que, juntos, afetam a capacidade de produção da família A320.

### **15.1 Escopo do Projeto**

O escopo inicial do projeto foi o de responder às seguintes perguntas:

- O sistema industrial é capaz de sustentar uma produção de 42 unidades de SAs por mês?
- Existe algum ponto de tensão no sistema industrial dos SAs?
- Quais são as etapas que limitam a produção dos SAs?

Como todas as plantas responderam que eram capazes de produzir 42 unidades por mês (evidenciado pela taxa de produção alcançada no final de 2012), o número de perguntas a responder aumentou e, conseqüentemente o escopo do projeto ICC também.

A seguir, estão as perguntas que deveriam ser respondidas após a ampliação do escopo:

- O que deve ser feito para tornar o sistema industrial mais robusto e assim, evitar interrupções?
- Quanto isso vai custar?

## 15.2 LBIP – Lifecycle for Business Improvement

O projeto é qualificado, segundo o PMG, como um “Business Improvement Project”, assim como vimos na seção 12.3 – Gestão de Projetos, o projeto deve seguir um ciclo de vida chamado LBIP. No âmbito do projeto ICC, o LBIP é apresentado a seguir:



Figura 14: LBIP do ICC

Ao estudar a complexidade de cada etapa do projeto e concluiu-se que as etapas mais importantes do projeto são o G3, G4 e G5. Estas peças correspondem, de acordo com o PMG (apresentado na seção 12.3), o Plano de Implementação do projeto. Isso significa que toda a informação corrente é compilada para um diagnóstico do que está acontecendo nesse momento. Em seguida, são identificados os principais problemas, as soluções são desenvolvidas e então, a implementação dessas soluções deve ser aceita pelos gestores e patrocinadores do F4RU, garantindo assim, o dinheiro para necessário o projeto ICC.

## 15.3 Desenvolvimento do Projeto ICC

### 15.3.1 Etapas anteriores

O desenvolvimento do projeto ICC começou na definição das equipes do projeto (PT) para cada uma das plantas relacionadas aos SA. Em seguida, definiu-se como seria feito contato entre as equipes de projeto, os gestores do ICC e os gestores do

F4RU. Todas as informações entre equipes e F4RU devem passar pelo ICC, isso significa que o ICC seria uma conexão entre estas duas partes.

O objetivo nesta etapa foi estabelecer uma rede de informação.

É importante salientar que o aluno não participou dessa etapa do projeto ICC, pois quando iniciou seu trabalho na Airbus, estava iniciando a etapa G3, a seguinte.

### 15.3.2 G3 – Busca de informações sobre cada fábrica

Na etapa G3 que segundo o PMG, deverá ser analisada a situação “As-Is” (o que está acontecendo agora) e fazer um relatório baseado nessas informações. Deve ser feita uma análise dos fatos para compreender a situação atual, os principais problemas e suas causas.

Os objetivos durante essa etapa são:

- Analisar a produção de cada planta envolvida no programa SA (família A320);
- Compreender o processo de fabricação em cada planta;
- Identificar os principais problemas que afetam a capacidade de produção em cada uma delas.

### 15.3.3 G4 – Definição de projetos como potencial para o Programa F4RU

A etapa G4 do projeto ICC é chamado por "Definição dos projetos em andamento com têm potencial de programa F4RU". Nesta seção, uma solução dos problemas evidenciados no G3 deve ser planejada (conhecido como a solução “To-Be”), elas deveriam permitir que o projeto ICC atendesse aos objetivos do F4RU. Finalmente, os requisitos para a soluções deveriam ser apresentados detalhadamente aos “stakeholders” do projeto e estes deveriam aprová-las.

O objetivo nesta etapa foi identificar os projetos que pudessem aliviar ou acabar com as dificuldades encontradas nas fábricas ou que aumentassem a robustez do sistema produção, tornando a produção de 42 aeronaves por mês possível e sem um alto nível de pressão sobre suas etapas

#### 15.3.4 G5 – Monitoramento dos projetos e seleção para F4RU

A etapa de "Monitoramento do projeto e seleção de projetos para F4RU" foi a parte do projeto ICC classificada como G5. Como foi visto na PMG, ela prevê que na G5 do projeto deve-se desenvolver um plano para a implementação do projeto. Como o ICC é formado por diversos projetos em cada fábrica, cada um destes projetos deveriam ter um registro completo e preciso, a fim de entender os benefícios que eles trariam para o sistema industrial da Airbus. O F4RU tinha o poder de aceitar o inícios desses projetos, isso significa que ele iria financiar os projetos escolhidos.

Quando o acordo fosse aprovado, o compromisso de implementação o projeto é garantido pelas áreas impactadas. Tudo isso deve ser aprovado pelo programa F4RU e pelos patrocinadores.

Os objetivos durante esta etapa foram:

- Acompanhar a execução dos projetos com potencial para entrar no programa F4RU;
- Montar um dossiê completo dos projetos apresentados ao G4;
- Garantir o financiamento da quantidade de projetos necessários para a produção de 42 unidades por mês e futuros aumentos de produção.

O aluno participou ativamente até essa etapa do projeto ICC. As etapas de implementação do projetos seria responsabilidade de cada um dos projetos do ICC

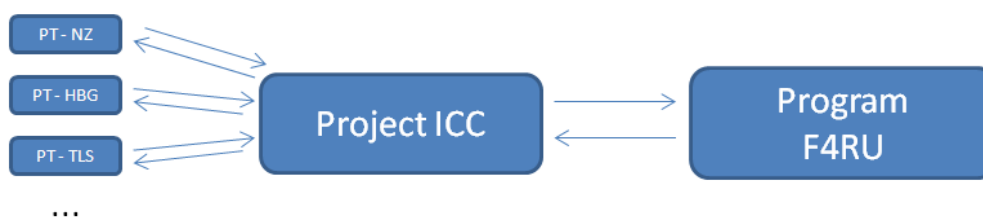
## 16. METODOLOGIA

Para apresentar a metodologia utilizada no projeto ICC, o trabalho será dividido conforme as etapas de desenvolvimento e para cada uma delas será exposta a metodologia usada na etapa. Podemos ver a seguir que para desenvolver um projeto não é necessário somente o conhecimento técnico e de engenharia, mas também são exigidas habilidades de Comunicação, Administração, Economia e outras.

### 16.1 Etapas anteriores

Para estabelecer uma rede de informação entre o ICC e os projetos de cada fábrica foram definidas as equipes de projeto para cada um das fábricas relacionadas à fabricação da família A320. Essas equipes são compostas por técnicos, gestores de projetos e outros especialistas, por exemplo, especialistas da ME da planta. Foi necessário ter pessoas com conhecimento técnico e conhecimento sobre a fábrica, porque seriam precisos esses conhecimentos no acompanhamento da evolução do projeto.

O ICC é responsável pela ligação entre estas equipes e o programa F4RU, todas as informações entre as equipes e F4RU e vice-versa, devem passar pelo ICC.



*Figura 15: Fluxo de informação entre F4RU, ICC e PTs*

Esta técnica de estabelecer um fluxo de informações é utilizada nos meios de comunicação para espalhar uma informação com qualidade, isso significa que a informação não será alterada, mesmo com a sua difusão. Os métodos de comunicação entre o ICC e as equipes de projeto ou programa F4RU eram reuniões, telefonemas e visitas as fábricas.

Outra técnica utilizada foi definir padrões de documentos e modelos de apresentação. Ele é usado para facilitar o entendimento e também poupar tempo na análise desses documentos.

Uma apresentação baseada em todos os dados colhidos pelas equipes, mesmo que incompletos, foi preparada e exposta para o gestor do programa F4RU. Na fig. 16 é possível ver um dos documentos padronizados e expostos.

Nesta etapa, o ICC definiu as equipes dentro de cada fábrica e os padrões de apresentações esperadas dessas equipes.

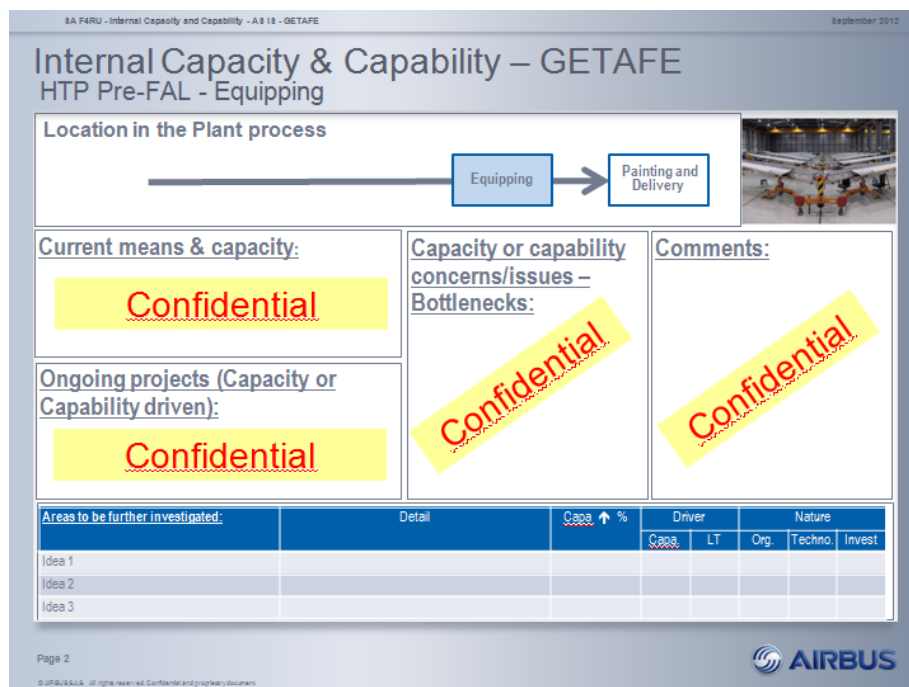


Figura 16: Exemplo de documento padrão para a gestão de informação

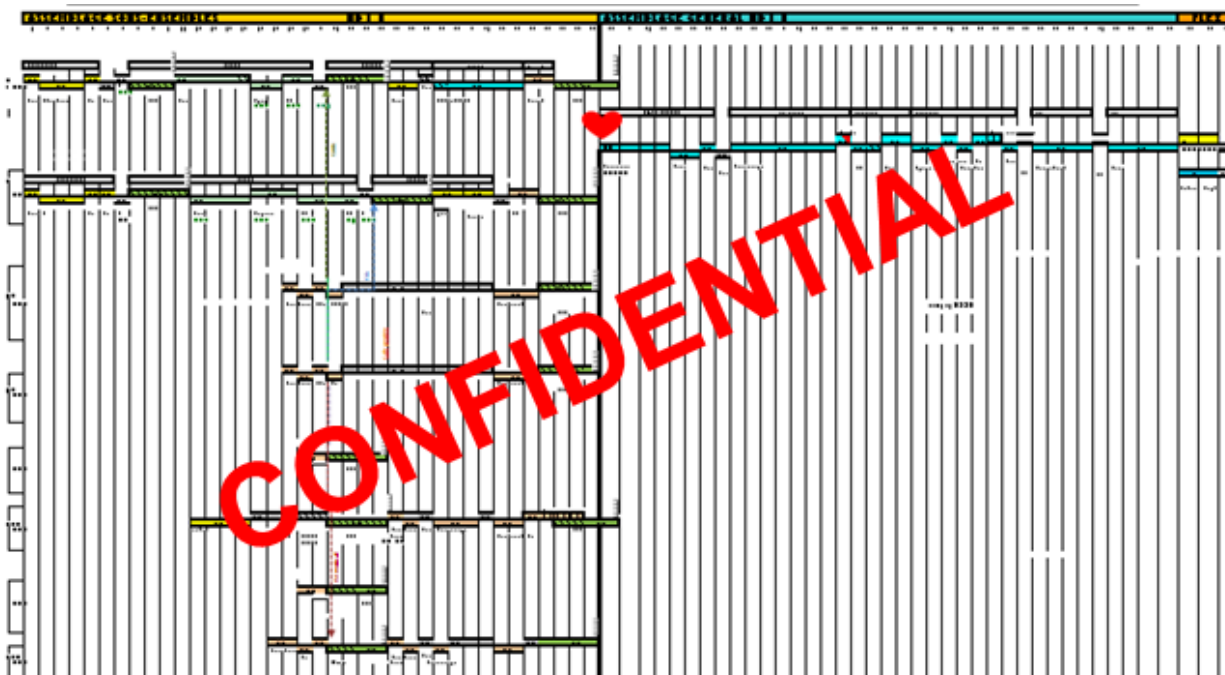
## 16.2 G3 – Busca de informações sobre cada fábrica

A etapa G3 foi o mais complexa de todo o projeto, porque foram necessários muitos conhecimentos teóricos, para então colocá-los em prática, afim de que fosse compreendido todos os processos de fabricação dos SA e identificasse os problemas, onde os projetos deveriam atuar.

O ponto de partida para a compreensão de cada etapa da produção de aeronaves da família A320, foi estabelecer o "Process Mapping" de cada uma das plantas estudadas. O principal objetivo do "Process Mapping" é ajudar o ICC e facilitar seu estudo para que a fabricação se tornasse mais eficaz. O "Process Mapping" fornece

uma visão clara e detalhada das etapas de fabricação. Para facilitar a composição do "Process Mapping" foi feito um VSM ("Value Stream Mapping") de cada planta. Por definição o VSM é o conjunto de etapas - com valor agregado ou sem valor agregado - e é necessária para entender a fabricação de um produto ou serviço do estado de matérias-primas até o produto acabado.

A seguir, é exposto um exemplo de VSM da fábrica de Nantes, que é usado para explicar, a seguir, o "Process Mapping". Infelizmente, não é possível mostrar a figura com qualidade, porque o VSM é um documento confidencial da Airbus. O que pode-se ver é que existem seis linhas de montagem inicialmente, cada uma dessas seis linhas tem um produto final. Os seis produtos são juntados e formam a "Central Wing Box" dos aviões.



*Figura 17: VSM – Value Stream Mapping de Nantes*

O organograma é o principal e mais simples tipo de "Process Mapping". Trata-se de certos símbolos, como setas e/ou caixas retangulares que representam a evolução no processo de fabricação. Conforme o tipo de organograma é necessário mais detalhes sobre a fabricação de componentes e/ou comentários sobre cada passo descrito. A seguir, pode-se ver o "Process Mapping" que foi feito para o processo de fabricação de Nantes.

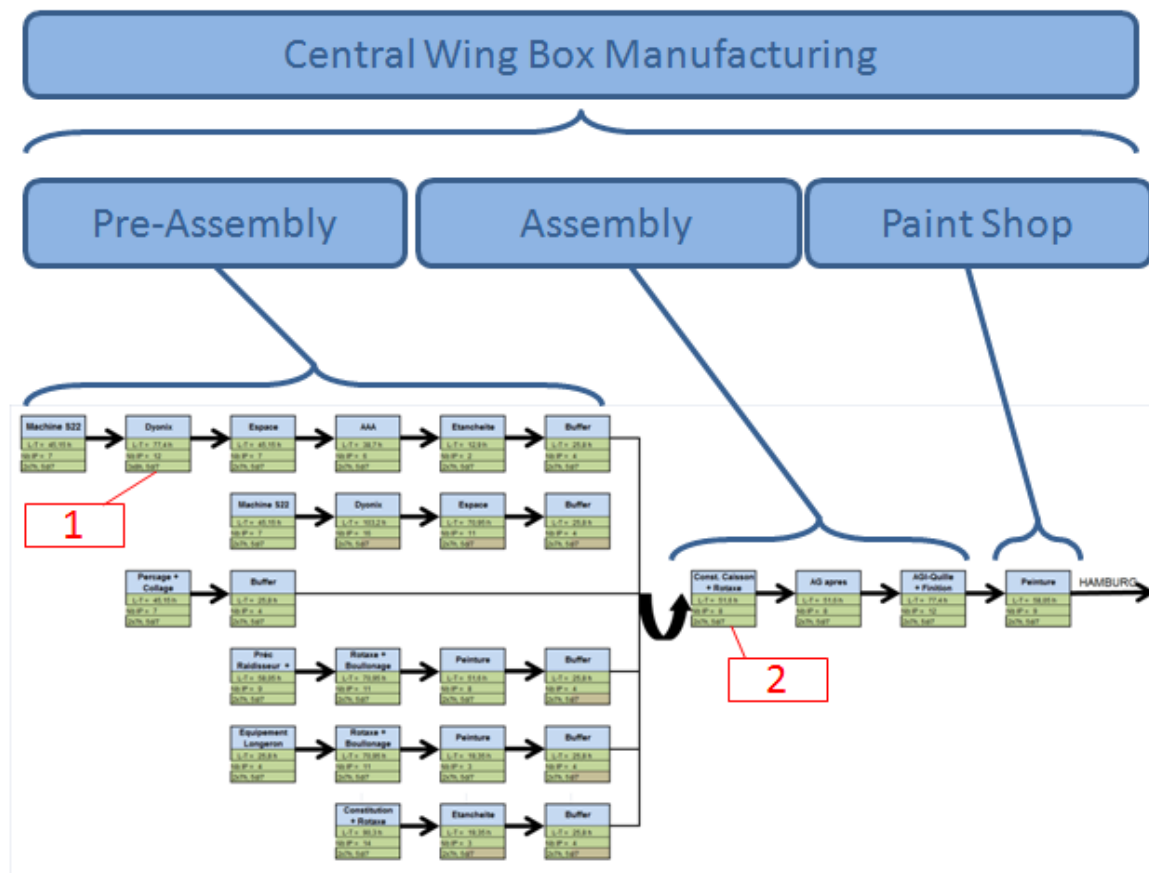


Figura 18: Process Mapping

É claramente visível a relação entre os dois estudos, “Process Mapping” e “Value Stream Mapping”. A partir do “Value Stream Mapping” é feito um resumo das informações necessárias para o um estudo específico, esse resumo compõem o “Process Mapping”

Na análise do "Process Mapping", foi possível ver os dois tipos principais de fluxo de manufatura:

- Produção Empurrada: quando uma etapa de fabricação terminou o seu trabalho, o produto pode ir para a próxima etapa. O passo número 1 na figura 18 é um desses exemplos. Ele corresponde à produção do fornecedor Dyonix, que empurra seu produto para a próxima etapa, se ele parar, a produção total é afetada.
- Produção Puxada: Quando uma etapa deve puxar os produtos de outras etapas, para começar seu trabalho. A etapa 2 da figura 18 é um exemplo.

Como pode ser visto, deve-se puxar os produtos de seis etapas anteriores a esta.

Uma técnica recomendada pelo ICC antes da etapa 2 foi ter um buffer antes deste tipo de produção, porque se houver algum problema com uma das 6 linhas de produção anteriores, a produção global não vai parar e caso houvesse um problema nessa etapa, seria possível diminuir a velocidade de produção das 6 linhas, até que a etapa 2 fosse reestabelecida.

A investigação a fim de compreender o sistema industrial da Airbus, continuou com a análise do "Takt Time" (TT), do "Lead Time" (LT), do IP e da carga de trabalho - "Workload" (WL) das linhas de fabricação:

- TT: tempo de fabricação de uma etapa da fabricação, deve ser sempre menor que o tempo de um turno que na França é de 7 horas diárias.
- LT: o tempo total necessário para a fabricação de um produto.
- IP: Número de etapas necessárias para a fabricação do produto.
- WL: a carga de trabalho de uma etapa, expressa em %.

Para entender melhor o TT, o LT, o IP e o WL, eles serão explicados a partir do "Process Mapping" da parte da Montagem de Nantes, com uma taxa de 40 aeronaves por mês. Na figura a seguir, pode ser visto detalhes dessa etapa.

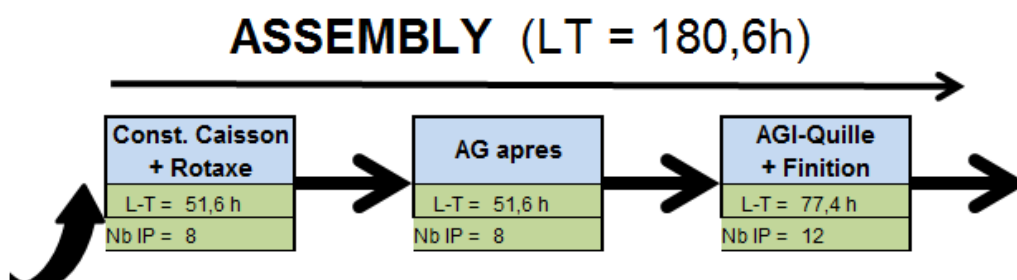


Figura 19: Exemplo de linha de produção

O LT é 180,6 h no processo de montagem e tem 28 etapas (IP). O cálculo do TT é feita a partir da seguinte fórmula:

$$LT = TT \times \sum IP$$

$$180,6h = TT \times (8 + 8 + 12)$$

$$TT = 6,45h$$

Portanto, para que o processo seja homogeneizado, dividindo igualmente a carga de trabalho, deve-se prever etapas com 6,45 horas de trabalho. Comparando com o período normal de 7 horas de trabalho por dia na França, tem-se um WL:

$$WL = \frac{TT}{7} \times 100$$

$$WL = \frac{6,45}{7} \times 100$$

$$WL = 92\%$$

Isso significa que 92% das 7 horas de um dia de trabalho estão ocupados.

Com cálculos semelhantes, pode-se estimar a cadência de acordo com o LT, TT e outros. Infelizmente, como é informação confidencial, não é possível expô-las.

Estes dados de produção são muito importantes, porque com eles, pode-se definir os "Way of Working" (WoW) de cada etapa de fabricação. WoW é uma prática de trabalho destinado a fazer uso de 24 horas ou menos para cada dia da semana. O dia é dividido pelo número de turnos. Cada turno normal de trabalho tem 7h de acordo com as leis francesas. Foram identificados três tipos de WoW nas plantas da Airbus:

- 3x7h: 3 turnos de 7 horas por dia;
- 2x7h: 2 turnos de 7 horas por dia;
- 1x7h: 1 turno de 7 horas por dia.

Os WoW das linhas de produção são um fator importante, porque pode-se ver se a linha funciona em uma alta carga de trabalho (etapas críticas ou gargalos de produção) ou uma baixa carga. Em outras palavras, podem-se analisar os riscos e propor uma melhoria para ele.

O próximo passo é investigar cada etapa de fabricação e analisar se foram etapas críticas ou gargalos. A diferença entre os dois não é grande, mas existe.

- Etapa crítica: este é um passo importante para o estudo, pois ele pode parar por qualquer mau funcionamento. Se ele parar, apenas esta etapa é interrompida e então ela deve trabalhar para recuperar o tempo perdido.
- Gargalo: é um passo extremamente crítico, pois se ele para, faz com que todo o sistema de produção pare também.

A fim de ilustrar, pode-se usar novamente o exemplo que já foi discutido anteriormente, o processo de fabricação da "central wing box" em Nantes.

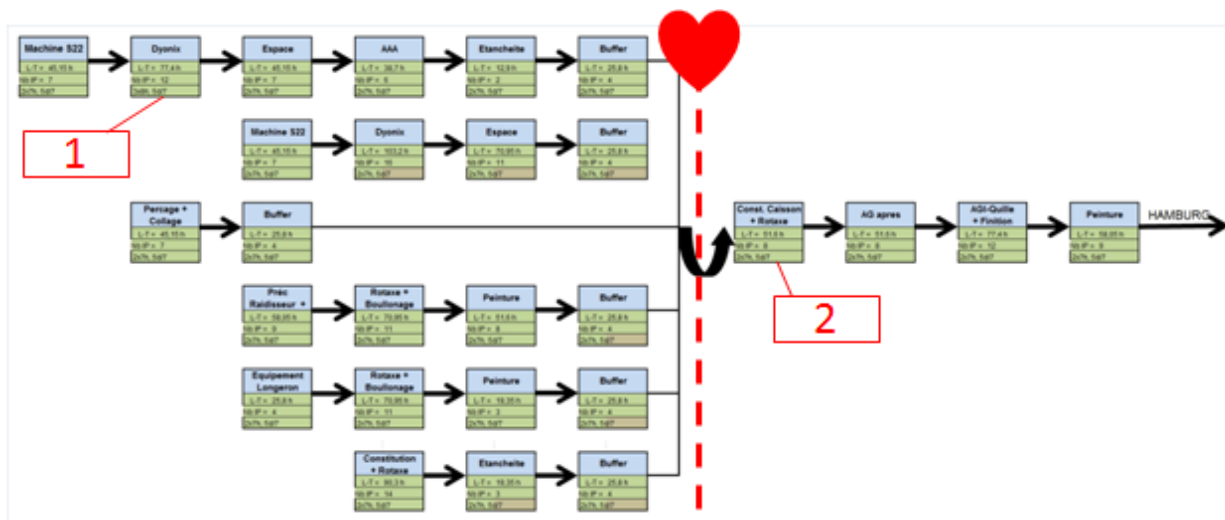


Figura 20: Linha de produção com gargalo

O número 1 mostra um exemplo de um passo crítico. Como foi visto, o fornecedor Dyonix é responsável por esta estação. Se o fornecedor não pode entregar seu produto no prazo, a estação para, mas as outras permanecem em trabalho. Uma boa estratégia é a de manter um buffer (acúmulo de produção) após este passo.

O número 2 é o ponto de junção de 6 etapas anteriores. Se ele parar, a fábrica de Nantes não pode entregar o produto no prazo, toda a planta vai trabalhar para recuperar o tempo perdido, por isso é um gargalo, já que é um passo com risco muito elevado, ele deve estar constantemente vigilado para que uma produção sem riscos seja mantida. Uma estratégia é a de manter um buffer antes deste passo.

Por se tratarem de riscos do sistema de fabricação, estas etapas tem ligação direta com os objetivos do programa F4RU, então dois de seus índices de produção foram analisados minuciosamente pelo ICC.

O OSW (“out-standing work”) é um índice importante para saber quantas horas são trabalhadas fora do tempo normal definido no escopo das etapas. Por exemplo, se um trabalhador não consegue concluir o seu trabalho no tempo, as horas extras necessárias para a conclusão serão contadas no OSW. Algumas plantas tem o OSW de 8 horas por avião, o que é considerado muito elevado. Uma forma de reduzir este índice é de reduzir o elevado WL, e o trabalho pode ser redistribuído para outras etapas da fabricação.

O OTD (“on-time delivery”) é o índice que mostra a porcentagem de peças que são entregues no tempo preestabelecido. Algumas plantas têm um valor de 100% de

peças entregues em tempo, mas na entrega final da aeronave, este índice é menor. Com essa análise, pode-se ver como o ICC é importante para o F4RU, pois um de seus principais objetivos é o aumento do índice OTD.

Enfim, o G3 do projeto ICC foi capaz de:

- Analisar os VSMs;
- Criar os "Process Mappings";
- Identificar os diferentes tipos de fluxo de produção;
- Identificar o TT, LT e WL;
- Distinguir os WoW de cada etapa;
- Compreender e identificar as etapas críticas e os gargalos de produção;
- Identificar os OSW e os OTD das etapas de fabricação.

### **16.3 G4 – Definição de projetos com potencial para o Programa F4RU**

Após análise detalhada de todos os processos de fabricação relacionados aos aviões SA, iniciou-se a procurar por projetos que poderiam ser úteis para o projeto ICC e, portanto, para o programa F4RU. Eram projetos que atendiam os objetivos de ambas as partes.

O setor de Engenharia Industrial da Airbus tem como um de seus objetivos a aplicação dos conceitos de "Lean Manufacturing" (manufatura enxuta) em seus projetos. A filosofia do "Lean Manufacturing" prevê a redução de resíduos para melhorar a qualidade e reduzir o tempo e o custo de produção. Os pontos-chave do "Lean Manufacturing" são:

- Qualidade total: Detecção e resolução de problemas na origem destes;
- Minimização de resíduos: Eliminação de todas as atividades que não agreguem valor ao produto;
- Melhoria contínua: Redução de custos, melhoria da qualidade, aumento da produtividade e fluxo de informações;
- Fluxo de fabricação puxado: Como vimos no item anterior (16.2);
- Flexibilidade: Produção rápida de diferentes produtos, sem sacrificar a eficiência.

Outro conceito teórico aplicado aos estudos dos "Process Mappings" foi o PFMEA (do inglês: "Process Failure Mode and Effects Analysis"). PFMEA é um estudo que analisa o nível de risco em cada etapa de um processo de fabricação. É uma ferramenta eficaz de prevenção de riscos, porque ela não espera que os defeitos ocorram, mas sim prevê e implementa medidas com antecedência.

O nível de risco para cada passo do processo é quantificado usando o "Risk Priority Number" (RPN), que geralmente varia de 1 a 1.000. O nível de risco mais alto possível é de 1.000. O RPN é o produto de três fatores de risco, todos classificados numa escala de 1 a 10. Os fatores são os seguintes:

- Gravidade: a gravidade que uma situação defeituosa pode gerar;
- Ocorrência: a frequência com que o defeito ocorre;
- Detecção: a probabilidade de que a falha seja detectada antes que ela aconteça.

O plano de controle adotado ou o projeto deve ser pensado em atribuir valores para a detecção.

Para calcular o RPN, a seguinte equação é utilizada:

$$RPN = Gravidade \times Ocorrência \times Detecção$$

Os responsáveis pelo projeto ICC foram quem julgaram o nível de risco de cada fator. As escalas de 1 a 10 para cada um dos fatores e utilizada para o julgamento é mostrada na tabela a seguir:

Scale	Factor		
	Severity	Occurrence	Detection
10	Hazardous, without warning	>100 Per 1,000	Absolutely Impossible
9	Hazardous, with warning	50 Per 1,000	Very Remote
8	Very High	20 Per 1,000	Remote
7	High	10 Per 1,000	Very Low
6	Moderate	5 Per 1,000	Low
5	Low	2 Per 1,000	Moderate
4	Very Low	1 Per 1,000	Moderately High
3	Minor	0.5 Per 1,000	High
2	Very Minor	0.1 Per 1,000	Almost Certain
1	None	< 0.01 Per 1,000	Certain

Tabela 4: Escala de riscos

Projetos que poderiam integrar o ICC deveriam estar ligados a pelo menos um das seguintes itens:

- Gargalos e/ou etapas críticas: projetos que podem acabar com isso ou ao menos atenuar esses riscos;
- "Surge Capacity": projetos que contenham ou sejam um plano de recuperação da produção perdida;
- Robustez do sistema: relaxar as tensões, evitar má qualidade e retrabalho;
- "Solução backup": Projetos para a possível utilização de máquinas não ligadas aos SA.

A seguir, será exposto um exemplo de projeto para cada um dos pontos acima descritos.

### 16.3.1 Gargalos ou e/ou etapas críticas

Um sistema industrial sem gargalos ou estágios críticos é o ideal para qualquer processo de fabricação, porque, como foi visto anteriormente, se a fabricação tem problemas (riscos), ela pode parar a qualquer momento, o que afetará a entrega final da aeronave e causará retrabalhos para recuperar a produção, em outras palavras, afetará negativamente os índices OTD e OSW.

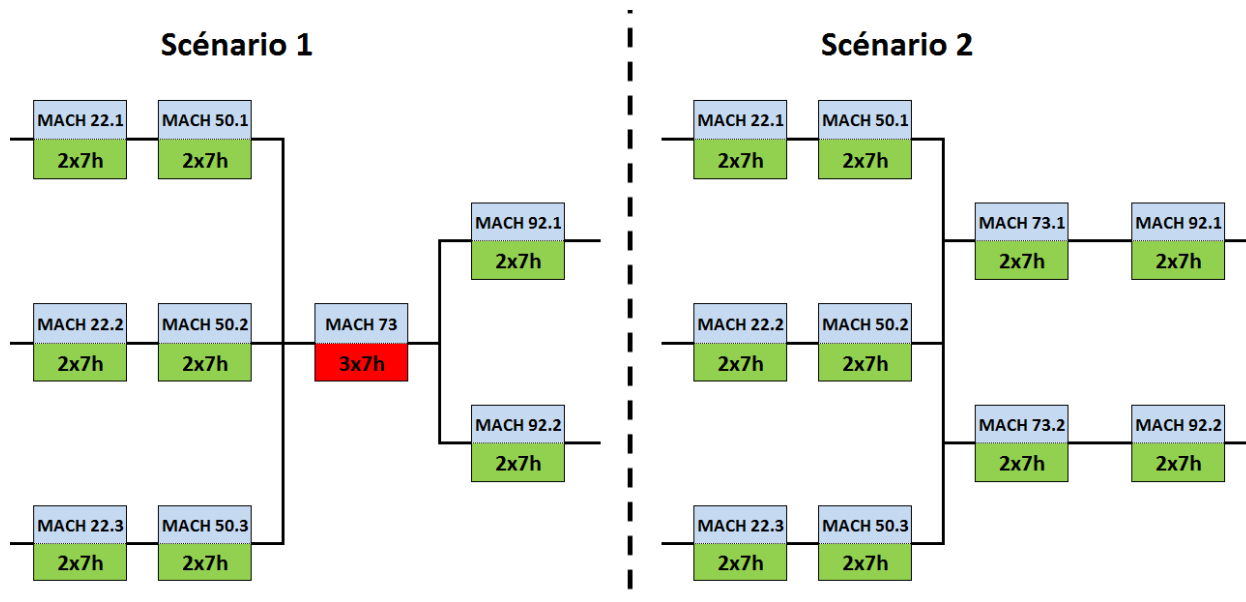


Figura 21: Melhora de um sistema de produção com gargalo

Um dos projetos estudados pelo ICC, exposto esquematicamente na figura 21, propôs a duplicação de uma estação de trabalho de uma única etapa, assim é possível dividir o trabalho entre duas estações e, conseqüentemente, passa-se de uma produção com três turnos por dia e alto WL, para 2 turnos por dia e WL médio. Este é um grande investimento, porque é preciso comprar uma nova máquina para o posto 73.

### 16.3.2 “Surge Capacity”

O exemplo anterior pode ser também utilizado como um exemplo de um projeto que esteja relacionado a "Surge Capacity". Como pode ser visto no cenário 1, a máquina do posto 73 trabalha em três turnos por dia (capacidade máxima). Se ela tivesse algum problema, não poderia recuperar a perda de produção, porque opera em sua capacidade máxima (atualmente 40 unidades por mês).

No cenário 2, quando existem duas máquinas trabalhando no posto 73, sendo que as duas trabalham dois turnos por dia. As máquinas não estão funcionando na máxima capacidade, o que permite que tenha um plano de recuperação da produção perdida, como pode ser visto no gráfico abaixo:

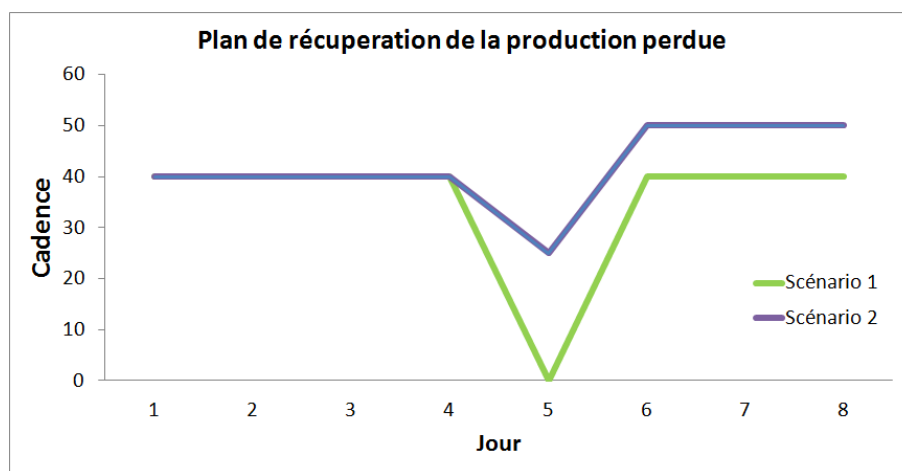


Gráfico 6: Plano de recuperação de produção

Se houver uma parada da máquina 73.1, a máquina 73.2 vai para uma taxa de 25 peças por mês (cinco horas a mais do que a taxa normal) e com retorno ao trabalho da máquina de 73.1, os dois vão trabalhar além de sua capacidade normal por algum tempo, até que seja assegurada a produção prevista.

### 16.3.3 Robustez dos sistemas de fabricação

Um projeto que tem como objetivo aumentar a robustez dos processos de fabricação, geralmente visa reduzir o tempo mínimo para a produção.

O exemplo que usamos é a aplicação de "Primer" no avião. O "Primer" é a tinta verde que pode-se ver na figura abaixo. Após esta etapa, a pintura final é feita.



Figura 22 : Exemplo da pintura Primer

Este projeto foi considerado muito bom, pois reduziria o TT de uma etapa crítica em 2,5 horas. Isto que é considerado muitos para uma só etapa. Esta é uma redução de quase 40% do WL nesta estação. É produzido através de uma nova tecnologia de aplicação do "Primer", de duas aplicações necessárias para apenas uma. Com esta redução drástica no tempo, pode-se implementar outras atividades nessa etapa.

#### Green Primer Application

	Times	Total Time (h)
Now	2	Confidential
Future	1	
<b>Saving →</b>		<b>2,5h</b>

Tabela 5: Vantagem da nova forma de aplicação do Primer

### 16.3.4 “Solução Backup”

Nem sempre uma nova estação é necessária, como no exemplo para acabar com o gargalo. Algumas vezes, pode-se usar alternativas à produção normal.

O exemplo para esse tipo de projeto pode ser visto na figura a seguir. Se houver a paralisação da produção na estação da máquina de 73, a produção estaria comprometida (cenário 1). Assim, o projeto propunha duplicar as ferramentas, para que estas possam utilizadas em outra máquina, a máquina 74, que normalmente é utilizada na fabricação de outro modelo de aeronave.

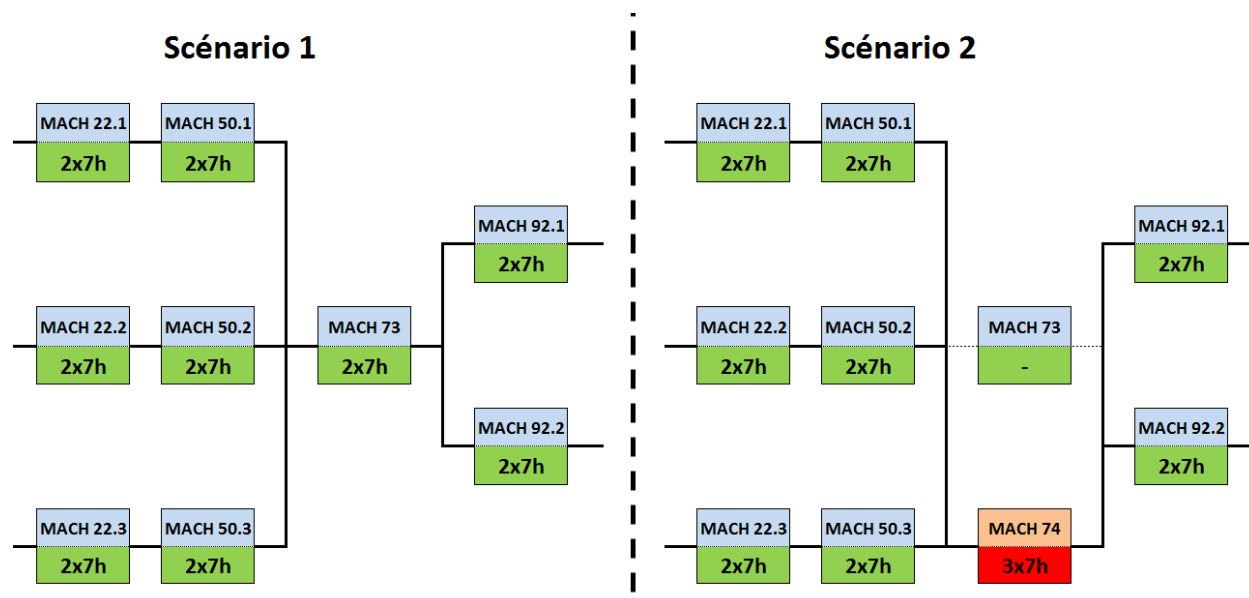


Figura 22: “Solução Backup”

### 16.3.5 Conclusão

Na etapa G4 do projeto, a equipe do ICC conseguiu:

- Analisar os projetos que tinham potencial para apoiar os objetivos do projeto ICC e do programa F4RU.

Com um resumo dos 101 projetos estudados, houve uma estimativa inicial dos custos para que fosse implementado todos os projetos. Estimou-se um custo total de 72M€.

## 16.4 G5 – Monitoramento dos projetos e seleção para F4RU

Para acompanhar o desenvolvimento do Projeto ICC, um estudo detalhado sobre cada um dos projetos propostos no G4 deveria ser feita. Projetos que tivessem um bom desenvolvimento, comprometimento das partes envolvidas e um objetivo claro ao final do projeto, seriam recomendados pelo ICC para que fizessem parte do portfólio de projetos do programa F4RU.

Sabia-se previamente que esta parte, por ser uma etapa que dependia de muito contato com pessoas diferentes, exigindo resultados rápidos delas; seria a parte mais difícil do projeto ICC. Para isso, deveria existir uma estratégia para receber e reter informações com a gente, em outras palavras, uma gestão de informação confiável e qualificada para as necessidades.

A estratégia utilizada pelo ICC para que pudesse acompanhar o desenvolvimento de cada projeto foi nomear gestores de projeto, para cada um dos 101 projetos que tinham sido estudados no G4. Esta nomeação foi auxiliada por equipes de suporte (PTs). Cada projeto deveria enviar um relatório semanal sobre a evolução do projeto naquela semana, isso durou 1 mês. No final deste período, as informações necessárias sobre cada projeto havia sido passada ao ICC e então, poderia ser feita uma compilação destas informações e avaliar o que poderia ser útil ou não. Como se esperava, os problemas aconteceram e muitos dos projetos tiveram que ser excluídos do ICC. Os projetos que não se desenvolveram durante o mês de análise ou que benefício financeiro ou produtivo era muito pequeno foram excluídos do projeto ICC.

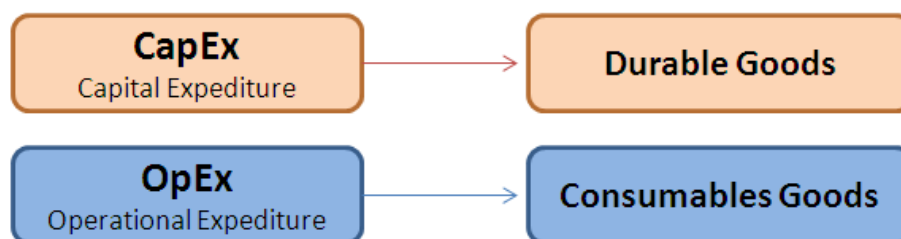
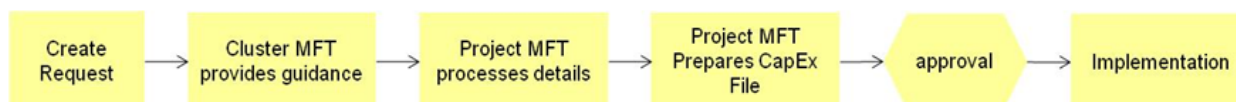


Figura 23: Diferença entre Capex e Opex

Para mostrar o custo do projeto ICC, isso significa que o custo total dos projetos selecionados, é necessário saber a diferença entre o Capex e Opex. O Capex (ou "Capital Expenditure") é o custo a fim de criar benefícios futuros, quando uma empresa gasta dinheiro para agregar valor aos ativos fixos existentes ou para comprar novos

ativos fixos, em outras palavras, são despesas para a construção de novos edifícios, novas máquinas, novos equipamentos ou modernização destes, por exemplo. Por outro lado, o custo necessário para o funcionamento da empresa, tais como salários, serviços públicos, manutenção e reparos, são chamados de Opex ("Operational Expenditure "). É importante saber que o projeto pode ter custos Capex e Opex juntos ou apenas um deles.

A aprovação dos custos Capex, por exemplo, segue os seguintes passos:



*Figura 24: Etapas de aprovação Capex*

1. "Create Request": Depois de completar o desenvolvimento do projeto, ele deve ter um custo para a implementação. Com a definição do custo, o pedido do dinheiro deve ser feito para a equipe MFT ("Multi-Functional Team"). A MFT é a equipe composta por representantes de Finanças, Compras, ME e outros setores;
2. "Cluster MFT provides guidance": Se a equipe MFT acha que o projeto é bom e pode ser implementado, ela se disponibiliza a ajudar na aprovação dos custos;
3. "Project MFT processes details": Depois de ser aprovado pela equipe MFT, o gerente de projeto fica responsável pelo projeto MFT. Normalmente, o projeto MFT é um desafio para o gerente de projetos tente reduzir o custo do inicial projeto;
4. "Project MFT prepares Capex files": o fim do projeto MFT é feito com a estimativa final de custos e elaboração de documentos para futura aprovação.
5. "Approval": A aprovação final dos custos é feita por uma pessoa em particular dentro dos Top Managers da Airbus. Por exemplo, projetos com custos superiores a € 5 milhões, a aprovação deve ser feita pelo COO ("COO") da Airbus;
6. "Implementação": Depois que o custo for aprovado, o dinheiro para a implementação é liberado.

O processo de aprovação dos custos Opex é muito diferente da aprovação dos custos de Capex, devem-se seguir os passos mostrados na página a seguir:



Figura 25: Etapas de aprovação Opex

1. "Creat Request": O passo mais importante na aprovação dos custos OpEx é o primeiro. O previsão de despesas deve ser feita no ano anterior ao ano de implementação do projeto. Por exemplo, o pedido do ICC deveria ser feito em 2012 pelo F4RU, com a finalidade de receber dinheiro em 2013.
2. "Approval in the impacted area": O próximo passo é a aprovação do projeto pela área afetada, pois ela que deverá pagar esse gasto. Com o projeto ICC, quem deveria aprovar este pedido são os "stakeholders" do F4RU.
3. "Request of future budget": Os "stakeholders" (setores que serão impactados pelo projeto) devem pedir o dinheiro a Airbus;
4. "Approval": A Airbus aprova o pedido e fornece dinheiro para o "stakeholder" do projeto. Se o dinheiro não for completamente utilizado, deve ser devolvido para que seja utilizado no ano seguinte ou realocado.
5. "Budget available": O dinheiro esta disponível para as equipes de projeto.

Finalmente, ao final dessa etapa de estudo de todos os projetos possíveis, o ICC chegou a conclusão que 19 projetos tinham o potencial para satisfazer as necessidades do F4RU.

Para implementar o projeto ICC (19 projetos), era necessário 16,8 M€ com Capex e 2,6 M€ com Opex. Chegando a um total de 19,3 M€. O programa é F4RU que iria dizer se eles iriam ou não ser implementados, pois é quem vai financiar a implementação do ICC

O projeto ICC tem certeza que os 19 projetos propostos são capazes de garantir sistemas industriais robustos para SAs, que o índice OTD aumente e o OSW diminua, além de garantir um aumento de produção e a implementação do programa NEO sem futuros problemas inesperados.

#### 16.4.1 Conclusão até o dia da apresentação

Até o dia de hoje o projeto ICC conseguiu:

1. Analisar a produção de cada usina ligada ao programa Single Aisle (família A320);
2. Identificar os principais problemas que afetam a capacidade de produção, perdas no prazos de entrega da família A320;
3. Identificar os projetos que permitem acabar com as dificuldades encontradas no item anterior;
4. Acompanhar o desenvolvimento destes projetos;
5. Estimar um custo para os projetos.

Como já foi visto previamente, os processos de aprovação de custos devem passar por diversas etapas, tornando-os longos e demorados. O que era considerado a parte mais difícil, a validação dos custos CapEx que superavam 15 milhões de euros, já foi garantida. Além de ser um custo muito grande, este custo ultrapassou a quantia de 5 milhões de euros, o que deveria ser aceito pelo COO da Airbus. Por isso a dificuldade dessa etapa.

Infelizmente, estamos enfrentando alguns problemas com a demanda dos custos OpEx. O programa F4RU deveria garantir essa quantia ao projeto ICC. Isso deveria ser previsto e pedido ao centro de custo da Airbus no ano anterior (2012). Como isso não foi feito, no momento, tenta-se colocar o custo OpEx dentro do custo CapEx. Isso é uma manobra que pode ser feita, o que garantiria a realização de todos os projetos do ICC. Eles estão apenas esperando este processo para que sejam imediatamente implementados.

## 17. CONCLUSÃO

Quando a UTFPR me propôs um intercâmbio na França no ano 2012/2013, o aluno não estava seguro se deveria ir ou não. Muitos pontos me faziam pensar em desistir e de continuar a graduação no Brasil, mas acabei aceitando o desafio.

Como parte do programa de intercâmbio, o aluno deveria procurar um estágio no segundo semestre de estudos na França, mas existia um problema, como o ano letivo do Brasil é diferente do francês, o aluno deveria achar uma oportunidade de estágio quando não era o período habitual de estágios na França. Foi uma procura difícil, mas no final encontrei uma vaga que seria a vaga dos sonhos de muitos estudantes, uma vaga na ME da Airbus.

Durante o estágio, muitos conhecimentos de produção foi trocada com a equipe da ME. O projeto ensinou ao aluno sobre muitos processos de fabricação e técnicas de gerenciamento de produção, como PFMEA, „Process Mapping“ e outros.

Como foi visto anteriormente, o objetivo do ICC era assegurar uma demanda de aviões e preparar para um futuro aumento de produção. Foi feito o “Process Mapping” e todas as plantas ligadas ao Programa Single-Aisle, determinou-se onde estavam os processos que poderiam ser melhorados e como poderia ser feito isso. Projetos foram propostos para todas as plantas, estes projetos foram seguidos de perto para que garantissem que os objetivos do ICC e do F4RU fossem atingidos. Ao final, uma estimativa de custos foi apresentada às pessoas responsáveis por isso.

Infelizmente, após a aprovação dos custos CapEx, os custos OpEx não foram previstos, portanto não poderiam ser aprovados. A transformação dos custos OpEx em custos CapEx está sendo desenvolvida no momento da conclusão deste trabalho e assim, garantirá o dinheiro para a realização do projeto ICC.

Existiram dois pontos que foram os mais difíceis no período do estágio. O primeiro foi o contato com as equipes de projeto. Por ser um ambiente multicultural, existem diferentes línguas sendo faladas mesmo dentro de apenas um projeto, assim como diferentes formas de se trabalhar. Para essa dificuldade, foram feitos documentos padronizados, que além de garantir a compreensão clara das ideias, garantia um rápido entendimento por parte do projeto ICC. O segundo ponto foi as aprovações de custos, que por ser muitas etapas a serem passadas, o processo torna-se demorado, porém

todo projeto deve passar por isso e não seria este o problema que afetaria a viabilização do projeto ICC.

## 18. BIBLIOGRAFIA

- NÉRÉ, Jean-Jacques. Le management de projet. Paris: Presses Universitaires de France, 2012, p. 128.
- BUTTRICK, Robert. Gestion de projets: Le guide exhaustif di management de projets. Montreuil-sous-Bois: Pearson France, 2010, p. 532.
- STEAD, Mike. Project Management at Airbus. Blagnac: France by Art & Caractère, 2011, p. 600.
- FOUCAULT, Arnaud. Business Management, Manufacturing Engineering on A320NEO Program. 2012. Compte-rendu Stage de fin d'études, École d'Ingenieurs de la Rochelle.
- AIRBUS SAS. A320 Family – The Market Leader. Disponível em: <http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family>. Acessado em 12/12/2012.
- AIRBUS SAS. Global Market Forecast. Disponível em: <http://www.airbus.com/company/market/forecast>. Acessado em 28/09/2012.