



**LISBOA
SCHOOL OF
ECONOMICS &
MANAGEMENT**

MESTRADO EM
ECONOMIA E GESTÃO DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

PARTICIPAÇÃO PORTUGUESA NO PROJETO KC-390 DA
EMBRAER: DESAFIOS NO ÂMBITO DA
GESTÃO DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO

TIAGO MANUEL DOS SANTOS OLIVEIRA

SETEMBRO - 2014



**LISBOA
SCHOOL OF
ECONOMICS &
MANAGEMENT**

MESTRADO EM
ECONOMIA E GESTÃO DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

PARTICIPAÇÃO PORTUGUESA NO PROJETO KC-390 DA
EMBRAER: DESAFIOS NO ÂMBITO DA
GESTÃO DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO

TIAGO MANUEL DOS SANTOS OLIVEIRA

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR MANUEL MIRA GODINHO

SETEMBRO - 2014

AGRADECIMENTOS

À Miriam Rivotti,

pela motivação, compreensão e paciência que sucessivamente foi colocada à prova.

À Sofia Oliveira,

pela solicitude e disponibilidade permanente.

A toda a minha Família e Amigos,

por todo o apoio ao longo desta jornada.

Ao Sr. Professor Doutor Manuel Mira Godinho,

por legar a este trabalho a sua orientação e experiência.

Ao Sr. Professor Doutor Vítor Corado Simões,

pelos comentários preciosos e reflexão que instigam.

Ao Sr. Engenheiro Francisco Vilhena da Cunha,

pela forma como me recebeu e pelo seu apoio mobilizador.

Ao Sr. Capitão Duarte,

pela ajuda e conhecimento aeronáutico que me dispôs;

Ao Sr. Capitão Coutinho,

pelos contributos diversos e pela sua capacidade ímpar de reduzir o complexo a simples.

A todas as empresas que permitiram a realização das entrevistas,

especialmente aos entrevistados, pelo tempo dispensado e pela boa vontade demonstrada, sem a sua colaboração este trabalho não seria possível.

Ao ISEG,

pelo privilégio que é estudar nesta instituição.

À Força Aérea,

pela oportunidade e flexibilidade, que aliás, citando Douhet, é a chave do poder aéreo.

RESUMO

O setor da indústria aeronáutica foi desde sempre reconhecido por elevada qualidade e complexidade. Os atributos do setor transparecem obviamente nos seus produtos, sendo poucas as criações humanas que são desenvolvidas, produzidas e operadas com um nível de exigência tão elevado como as aeronaves.

Um dos projetos mais recentes da Embraer, empresa brasileira que é o terceiro maior fabricante de aviões do mundo, é o KC-390, uma aeronave de transporte militar tático que será a maior e a mais complexa desenvolvida pela empresa até à data. O projeto de desenvolvimento da aeronave conta com a participação de diversos países e, desde logo, Portugal, através das Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (OGMA) – detidas maioritariamente pela Embraer – e dos consórcios *Better Sky* e *Compass*, ambos liderados pela Empresa de Engenharia Aeronáutica (EEA), que assumiu o projeto como uma oportunidade essencial para dinamizar e desenvolver a indústria aeronáutica portuguesa.

Do ponto de vista da Gestão de Tecnologia e Inovação, o projeto KC-390 instiga diversos desafios centrados nas empresas, estes diretamente ligados com as suas competências e com as suas propostas, tornando-se também premente a sua identificação numa perspetiva de aprendizagem sobre a evolução da indústria aeronáutica portuguesa. Neste âmbito, foi desenhado um estudo de caso tendo como objetivo caracterizar o envolvimento de Portugal no projeto e os desafios que se colocam às empresas.

A dissertação permitiu concluir que Portugal não está a tirar pleno partido da oportunidade que representa o projeto, o qual fica marcado por um conflito entre as perspetivas industrial, de defesa e económica. Tal afetou o sucesso dos dois consórcios envolvidos, onde se colocaram desafios bastante diferentes. Por um lado o consórcio *Better Sky*, centrado nas aeroestruturas, que foi selecionado e onde se verificaram desafios de capacitação. Por outro lado o consórcio *Compass*, centrado no *software* e sistemas, cuja candidatura foi reestruturada aguardando ainda resposta da Embraer e onde os desafios são de desenvolvimento tecnológico. No final é de admitir, contudo, que o projeto contribuiu para melhorar a credibilidade tecnológica do país.

Palavras-Chave: *Better Sky*, *Compass*, EEA, Embraer, Gestão de Tecnologia e Inovação, Indústria Aeronáutica Portuguesa, KC-390, OGMA, Produtos e Sistemas Complexos.

ABSTRACT

Aerospace industry has long been renowned for its high quality and complexity. The attributes of it obviously reflect into its products, as few human creations have been developed, produced and operated with such high requirements as aircrafts do.

This study analysis one of Embraer's latest projects, the KC-390. Embraer is a Brazilian company that is the third largest aircraft manufacturer in the world. The KC-390, a tactical military transport aircraft, will be the largest and most complex aircraft ever developed by the company to date. The aircraft development counts with the participation of several countries. Portugal has been involved through the participation of Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (OGMA) – majority-owned by Embraer – and the consortiums *Better Sky* and *Compass*, both led by the Aeronautical Engineering Company (EEA), which took the project as a key opportunity to foster the development of Portuguese aerospace industry.

From the standpoint of Technological and Innovation Management, the KC-390 project instigates many challenges to the enterprises involved in its development. The analysis of the two Portuguese consortiums allows to understand how those challenges have been dealt, while at the same time it allows to learn more about the evolution of Portuguese aerospace industry. In this context, a case study was designed aiming to characterize the involvement of Portugal in this project.

The study shows that Portugal is not taking full advantage of the opportunity presented, which is marked by conflicts between industrial, defense and economic prospects. This affected the consortiums success, which were subject to different challenges. On the one hand the Better Sky consortium, centered in aerostructures, had to cope with skill building challenges. On the other hand the Compass consortium, focused on software and systems, faced technological development challenges. Furthermore, the Compass candidature was restructured and is still awaiting feedback from Embraer. In the end one can admit, however, that the project has contributed to improve Portugal's technological credibility.

Keywords: Better Sky, Compass, Complex Products and Systems, EEA, Embraer, KC-390, OGMA, Portuguese Aerospace Industry, Technological and Innovation Management.

ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Inovação.....	3
2.2. Ciência e Tecnologia	4
2.3. Gestão de Tecnologia e Inovação	4
2.4. Sistema Nacional de Inovação	6
2.5. Produtos e Sistemas Complexos	7
2.6. Desenvolvimento de Novos Produtos.....	10
2.7. Gestão de Projetos	11
2.8. Desenvolvimento de uma Aeronave	12
3 – METODOLOGIA E DADOS	17
3.1. Estudo de Caso.....	17
3.2. Limitações.....	19
3.3. Breve descrição da Embraer, OGMA e Projeto KC-390.....	19
3.4. Breve descrição do Consórcio <i>Better Sky</i> e Parceiros	21
3.5. Breve descrição do Consórcio <i>Compass</i> e Parceiros	21
4– ANÁLISE DE RESULTADOS.....	23
4.1. Projeto KC-390.....	23
4.2. Consórcio <i>Better Sky</i>	26
4.3. OGMA	27
4.4. Consórcio <i>Compass</i>	28
5 – CONCLUSÕES	30
6 – REFERÊNCIAS	36
7 – ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Características de PSC (Davies & Hobday, 2005).....	9
Figura 2 – Cadeia de Valor em PSC (Davies & Hobday, 2005)	9
Figura 3 – Hierarquia em PSC (Davies & Hobday, 2005)	12
Figura 4 – Processo de Desenvolvimento de uma Aeronave (Corke, 2003) (tradução do autor)	15
Figura 5 – Cadeia de Abastecimento no Setor Aeronáutico (Inner City Fund International ,2012)	16
Figura 6 – Master Schedule KC-390 March 2010 (defenceforumindia, 2014).....	23
Figura 7 – Diagrama de Colaboração da Participação Nacional no Projeto KC-390.....	26
Figura A – Ondas de desenvolvimento tecnológico (Dodgson et al., 2008).....	41
Figura B – Trajetórias Tecnológicas de Pavitt (Patel & Pavitt, 1994)	41
Figura C – Tipos de Produtos segundo Woodward (Davies & Hobday, 2005)	42
Figura D – Processo de DNP em PSC (Ulrich & Eppinger, 2003)	42
Figura F – Documentos Guia para Desenvolvimento e Emprego Operacional de Aeronaves (Society of Automotive Engineers [SAE], 2010)	43
Figura H – Metodologias de Pesquisa (Yin, 2009)	44
Figura I – Technology Readiness Level (Wikipedia, 2014a).....	45
Figura J – Capability Maturity Model Integration Level (Wikipedia, 2014b)	45
Figura M – Desenho KC-390 (defesanet, 2013).....	48
Figura N – Parcerias e Intenções de Compra (defesanet, 2013).....	48
Figura O – Participação KC-390 Embraer Évora (defesanet, 2013) (legenda do autor) 48	
Figura P – Participação KC-390 OGMA (OGMA, 2014) (legenda do autor)	49
Figura Q – Master Schedule KC-390 March 2010 (defenceforumindia, 2014).....	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Sumário das Empresas no Consórcio Better Sky	21
Tabela 2 – Sumário das Empresas no Consórcio Compass.....	22
Tabela 3 – Contribuição das empresas portuguesas e Desafios de GTI no projeto KC-390	33
Tabela E – Standards de Aeronavegabilidade (FAA) e Especificações de Certificação (EASA) (Skybrary, 2014)	42
Tabela G – Documentação de Referência para o Desenvolvimento de Aeronaves (SAE, 2010)	43
Tabela K – Plano das Entrevistas	46
Tabela L – Guião das Entrevistas	47

ACRÓNIMOS

AdI	Agência de Inovação
BAFO	<i>Best And Final Offer</i>
C4I	<i>Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence</i>
CBT	<i>Computer Based Training</i>
CDR	<i>Critical Design Review</i>
CEIIA	Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
CPT	<i>Computer Programming Training</i>
CS	<i>Certification Specification</i>
DDP	<i>Detailed Design and Certification Phase</i>
DGAED	Direção Geral de Armamento e Equipamentos de Defesa
DOA	<i>Design Organisation Approval</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EDS	Embraer Defesa e Segurança
EEA	Empresa de Engenharia Aeronáutica
EFB	<i>Electronic Flight Bag</i>
ETI	Empordef Tecnologias de Informação
EUROCAE	<i>European Organisation for Civil Aviation Equipment</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAB	Força Aérea Brasileira
FAL	<i>Final Assembly Line</i>
FAP	Força Aérea Portuguesa
FAR	<i>Federal Aviation Regulation</i>
FOC	<i>Final Operational Capabilities</i>
GMV	<i>Grupo Mecánica del Vuelo</i>
GTI	Gestão de Tecnologia e Inovação
HLR	<i>High Level Requirements</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IDP	<i>Initial Definition Phase</i>
IOC	<i>Initial Operational Capabilities</i>
JDP	<i>Joint Definition Phase</i>

MRO	<i>Maintenance, Repairs and Overhaul</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OGMA	Oficinas Gerais de Material Aeronáutico
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PDP	<i>Preliminary Design Phase</i>
PDR	<i>Preliminary Design Review</i>
PIEP	Pólo de Inovação em Engenharia de Polímeros
POA	<i>Product Organisation Approval</i>
QREN	Quadro de Referência Estratégico Nacional
RFI	<i>Request for Information</i>
RFP	<i>Request for Proposal</i>
RTCA	<i>Radio Technical Commission for Aeronautics</i>
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SoW	<i>Statement of Work</i>
TRL	<i>Technology Readiness Level</i>

1 – INTRODUÇÃO

O setor da indústria aeronáutica é conhecido por ser um setor estratégico e de elevada intensidade tecnológica, exigente em termos de inovação e qualidade, sendo reconhecido por desencadear efeitos multiplicadores nas empresas e nas economias. Os produtos desenvolvidos no âmbito desta indústria têm custos elevados e elevada customização, tendo simultaneamente baixas taxas de produção e elevado risco potenciado por um retorno de investimento a longo prazo. Neste quadro, o desenvolvimento de uma aeronave enquanto produto complexo, implica a manipulação de tecnologia avançada por especialistas dotados de conhecimento tácito que frequentemente não se encontram reunidos em apenas uma empresa mas antes numa rede de empresas com competências complementares. Essa rede é constituída por fornecedores, integradores, utilizadores e organismos governamentais (Estratégia Nacional de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente, 2013).

Em Portugal o setor é caracterizado, regra geral, por empresas de reduzida dimensão, que no seu intento de se posicionar como fornecedores aos integradores e seus projetos, necessitam de conjugar competências e formular parcerias que lhes permitam promover uma abordagem eficaz a potenciais clientes. Uma exceção a essa regra geral é a Embraer, empresa que é o terceiro maior construtor mundial de aviões e que investiu fortemente na sua presença em Portugal nos últimos anos – nomeadamente pela aquisição de 65% das Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (OGMA) em 2005 e pela instalação de dois Centros de Excelência em Évora inaugurados em 2012. Um dos projetos mais recentes da Embraer é o desenvolvimento de um novo avião militar de transporte tático designado por KC-390. Este será o maior avião – quanto a superfície alar e peso máximo à descolagem – e o mais complexo produzido pela Embraer até à data e, representa também, uma “*grande oportunidade para Portugal*” (Pontos de Vista, 2012) em termos de desafio para a indústria aeronáutica nacional. A participação de Portugal conta com as OGMA e com os consórcios *Better Sky* e *Compass*, ambos geridos pela Empresa de Engenharia Aeronáutica (EEA), empresa que representa o elo direto de Portugal com a Embraer. Com um mercado estimado de 728 aeronaves e com um horizonte de vida estimado em duas ou três décadas, o projeto KC-390 revela-se ambicioso e as expetativas são tão elevadas quanto os avultados investimentos necessários.

Do ponto de vista da gestão da tecnologia e inovação, este é também um projeto particularmente interessante, pois para além do impacto tecnológico no tecido industrial e criação de empregos qualificados, o desenvolvimento de um produto complexo despoleta uma nova dimensão na dinâmica de inovação das empresas. Acresce que a coordenação necessária para o entendimento das diversas partes em sede de projeto colaborativo não é isenta de desafios. Identificam-se assim várias vias exploratórias que estão subjacentes ao desenvolvimento de um produto complexo.

A presente dissertação pretende analisar o projeto de desenvolvimento da aeronave KC-390 da Embraer no que à participação portuguesa diz respeito, sob o ponto de vista da gestão da tecnologia e inovação. Neste sentido, e como guia do autor na investigação, foram desenvolvidas as seguintes questões:

1. *Como se encontra organizado o projeto de desenvolvimento da aeronave KC-390 da Embraer?*
2. *Qual a contribuição das empresas portuguesas, e designadamente da filial portuguesa da Embraer, para o projeto?*
3. *Neste âmbito, quais os desafios emergentes em termos da gestão de tecnologia e inovação?*

Partindo das questões apresentadas foi desenhado um estudo de caso com base em entrevistas aos atores chave e com base em análise de documentação diversa, sendo o objetivo perceber qual o envolvimento de Portugal no projeto KC-390 da Embraer, de que forma está a tirar partido da aclamada ‘grande oportunidade’, e caracterizar os desafios que se colocam tanto a nível dos consórcios *Better Sky* e *Compass* e quanto às suas empresas constituintes, mas também a nível das OGMA apesar de maioritariamente detidas pela Embraer. É de antecipar que os desafios não sejam idênticos entre todas as empresas, especialmente porque os consórcios *Better Sky* e *Compass* representam dois grupos distintos, o grupo das empresas de produção de aeroestruturas, *Better Sky*, e o grupo de desenvolvimento de *software* e sistemas, *Compass*, havendo por isso necessidade de escarpelizar. Contudo, é de esperar que existam também divisores comuns, alinhados com a via da problemática de gestão de projetos.

A dissertação está organizada de forma a permitir ao leitor o acompanhamento do raciocínio e fio condutor que o autor tenta imprimir no desenvolvimento dos capítulos. Sumariamente, e em jeito de panorâmica: o presente capítulo 1 introduziu o tema e definiu

o âmbito da dissertação; o capítulo 2, de seguida, fará o necessário enquadramento teórico sustentado por uma revisão bibliográfica; o capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada, e assim, o planeamento do estudo de caso; o capítulo 4 desenvolve a análise dos resultados, estes ligados às questões; e por fim o capítulo 5 expõe as conclusões.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Inovação

Todos conhecemos a palavra ‘Inovação’, de fato serve hoje o discurso quotidiano no âmbito das políticas públicas e meio empresarial, para além doutros domínios, contudo, o significado desta palavra poderá não ser entendido da mesma maneira por todos. Segundo o Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (2014), inovação é definida como o “*ato ou efeito de introduzir novidades em algo*”, sendo que a origem etimológica da palavra encontra raízes no latim *innovare*, ou “*ato ou efeito de fazer algo novo*” (Tidd & Bessant, 2009). Procurando precisar o conceito de inovação é oportuno considerar a definição de Schumpeter (1934) que a entende como o “*processo criativo-destrutivo*” da economia. Por força desta visão, a inovação é o processo evolutivo que mantém a economia em movimento pela: (i) introdução de novos bens de consumo; (ii) introdução de novos métodos de produção e transporte; (iii) exploração de novos aspetos de marketing e novos mercados e (iv) desenvolvimento de novas formas de organização industrial (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [OCDE], 2005). De forma mais simples poderá ser dito que a inovação consiste em “*produzir novos produtos com processos já existentes, em produzir produtos existentes com novos processos ou, concomitantemente, em produzir novos produtos com novos processos*” (Godinho, 2013). É importante reforçar que inovação é um conceito ligado ao mercado, isto é, implica que exista o desenvolvimento de uma ideia – invenção – mas que posteriormente esta seja aplicada no mercado – inovação – fluindo através dos 4 tipos de inovação descritos. Deve ser dito ainda que a inovação introduzida pode ser incremental, quando envolve melhorias e adaptações menores num produto, ou radical, se altera todo o produto, e quanto ao contexto em que é introduzida pode representar uma inovação para a empresa, para a indústria, para o país, ou, em último nível, uma inovação global se é algo novo para o mundo (Dodgson *et al.*, 2008). Ligado ao conceito de Inovação estão os conceitos de Ciência e Tecnologia. Os três conceitos perfazem uma alquimia que não deve ser dissociada, na medida em que o conhecimento científico tem alimentado nos últimos dois séculos cada vez mais o processo de geração de inovações tecnológicas.

2.2. Ciência e Tecnologia

Nas palavras de Caraça (2001), *“a riqueza da Ciência não é captável numa única definição”*, querendo-se referir aos múltiplos aspetos que concorrem para a sua criação e que são omissos numa definição de um simples dicionário. Arriscando uma definição, Ciência é um corpo de saber que se regula de acordo com um conjunto de regras, estabelecidas e aceites pela comunidade científica, cuja prática tem como objetivo a descoberta de leis que caracterizam os fenómenos naturais. As teorias derivadas visam estabelecer relações de causalidade entre as variáveis de um sistema, procurando, através de hipóteses testadas, definir direções dessas causalidades. As hipóteses são testadas e validadas através da experimentação e também através da publicação e julgamento dos pares. Referir por último que a ciência é um corpo de conhecimento aberto que cresce cumulativamente, no sentido que permite a refutação de teorias antigas e substituição/complementação através de novas teorias que originam mudanças de paradigma (Caraça, 2001).

Tecnologia é também um corpo de saber. No entanto, Tecnologia é o conjunto de conhecimentos diretamente aplicáveis a fins industriais e comerciais, isto é, conhecimentos relativos à utilização de técnicas de produção de bens e serviços. A sua origem deriva fundamentalmente da experiência acumulada na produção, o que suporta uma interação entre o aumento da complexidade das tecnologias e desenvolvimento de conhecimentos científicos, e não apenas uma relação no sentido contrário. Devido à sua natureza, a tecnologia tem mais proximidade em relação ao mercado, procurando a sua utilização satisfazer diretamente necessidades económicas e sociais, entrando em consideração com um elevado número de variáveis, isto porque, a sobrevivência da tecnologia é função da eficiência das técnicas em que se materializa (Caraça, 2003).

2.3. Gestão de Tecnologia e Inovação

Consequência do processo de evolução, *“as indústrias e negócios foram mudando continuamente e, nalguns casos, até radicalmente, mesmo no curso de uma geração, sendo fundamental para os gestores perceber quais as forças históricas que moldaram a conduta das empresas e a própria organização”* (Dodgson *et al.*, 2008). A Inovação, a Ciência e a Tecnologia são algumas dessas forças e é neste contexto que a Gestão de Tecnologia e Inovação (GTI) nas empresas se torna tão importante, por força da necessidade de adaptação destas. A GTI é *“uma nova área de conhecimentos que*

combina elementos das áreas da engenharia industrial com técnicas de gestão” (Agência de Inovação [AdI], 2014) e que tem como objetivo maximizar os benefícios das empresas decorrentes do uso da tecnologia e seu desenvolvimento. Assim, a GTI lida com as dinâmicas da inovação e com a mudança tecnológica, com os desafios da economia do conhecimento e com a globalização, e demais estímulos (ver anexo A) que induzem mudanças na estrutura das indústrias, nos modelos de negócios das empresas e nas práticas de gestão.

Na prática a GTI consubstancia-se num conjunto diverso de atividades, desde (AdI, 2014): (i) gestão estratégica da evolução tecnológica; (ii) gestão da investigação e desenvolvimento (I&D); (iii) gestão do processo de desenvolvimento de novos produtos ou serviços; (iv) gestão dos fatores que influenciam o sucesso da introdução de inovações tecnológicas no mercado ou na empresa; (v) gestão da transferência de tecnologia entre a empresa e entidades externas; (vi) gestão de aprovisionamentos tecnológicos e escolha de sistemas e equipamentos para os processos de produção, administrativo e de gestão; (vii) gestão de *design* para engenharia; (viii) gestão da qualidade nos produtos e nos processos; (ix) gestão de recursos humanos de elevada qualificação técnica. Falar de GTI nas empresas requer no entanto uma ponderação adequada relativamente ao tipo de indústria em que estão inseridas. Por um lado porque diferentes tipos de indústria são diferentes quanto à propensão a inovar. Por outro porque a tecnologia tem um posicionamento diferente entre empresas e entre setores industriais. Dodgson *et al.* (2008) socorre-se da taxionomia de Pavitt (ver anexo B) para demonstrar este aspeto, entendendo que as trajetórias tecnológicas e oportunidades de inovação das empresas são fortemente condicionadas pelo tamanho da empresa e pelo seu *core business*.

No presente trabalho a indústria de interesse é a aeronáutica. Esta indústria, e de acordo com a taxionomia de Pavitt, pode ser classificada como uma indústria dominada por fornecedores especializados, olhando para o pequeno número de empresas integradoras que dominam a oferta neste setor e cujo *core business* é responder a necessidades de utilizadores avançados. Em termos de dinâmicas de inovação, a aeronáutica é também um setor peculiar pois os seus produtos enquadram-se numa categoria específica de produtos: produtos e sistemas complexos, a qual será analisada no ponto 2.5.

2.4. Sistema Nacional de Inovação

No mundo dos nossos dias as empresas não atuam sozinhas. Num mundo global as empresas integram antes vários sistemas, redes e alianças, que constituem plataformas onde combinam as suas atividades com outras empresas e instituições. A importância destas ligações e sua configuração tem muitas implicações na GTI, nomeadamente implica o reconhecimento da inovação como um fenómeno sistémico, colaborativo e institucional (Dodgson *et al.*, 2008). A análise da inovação, neste quadro, pode ser realizada a vários níveis, sendo recorrente a análise da dimensão nacional de um país, surgindo então o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), que pode ser definido como o “conjunto de elementos e relações que contribuem para a produção, difusão e utilização de conhecimentos novos e economicamente úteis” (Lundvall, 1992). Estes elementos traduzem-se em atores que povoam o SNI, os quais, no caso de Portugal, podem ser agrupados em (Simões, 2003): (i) empresas; (ii) sistema de ensino, de formação e de I&D; (iii) instituições públicas; (iv) sistema financeiro; (v) instituições de apoio e assistência empresarial. As ligações entre elementos influenciam a propensão a inovar, verificando-se que “a inovação é mais frequente e melhor gerida, levando a vantagens competitivas nacionais mais sólidas quando os elementos da macro-envolvente das atividades das empresas estão bem articulados na forma de um sistema em vez de cada elemento trabalhar maioritariamente isolado” (Dodgson *et al.*, 2008). Isto é especialmente importante em pequenos países e pequenas empresas cujos recursos são escassos para fomentar I&D.

No geral poderá dizer-se que Portugal encaixa nesta realidade, no entanto, as diferenças entre indústrias salientam a necessidade de efetuar esta análise a um nível setorial e de certa maneira (dada a dimensão do território nacional) regional – *clusters* e proximidade geográfica. A análise do SNI de qualquer país deve ainda ser conduzida com especial atenção à análise de contexto e, desde logo, às políticas públicas, particularmente políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) e políticas industriais. Estas surgem como instrumentos por excelência para manipular o SNI e suas relações, e como instrumento para desenvolver o tecido económico, desde logo as empresas e indústrias. Numa era de globalização crescente, é no entanto falacioso considerar que uma base de desenvolvimento sustentável pode advir, exclusivamente, do desenho e implementação de políticas públicas nacionais para sectores e indústrias nacionais. No caso de Portugal, são porventura necessárias, adicionalmente, o apoio de políticas europeias coordenadas para dar resposta ao desafio, o que, contudo, não isenta os estados de levar a cabo reformas estruturais para fazer face aos problemas-chave no âmbito de diferentes políticas sectoriais.

No âmbito deste trabalho, e numa perspetiva de SNI, é de referir que no panorama atual da indústria aeronáutica portuguesa parece existir massa crítica e diversidade entre atores tal que configuram uma rede com “*condições para o nosso país mostrar ao mundo as suas competências na aeronáutica, espaço e defesa*” (Negócios de Portugal, 2013). Tal justifica a crescente participação de empresas portuguesas através de consórcios em projetos de elevada complexidade com os maiores integradores do mundo. Do ponto de vista regional esta rede caminha em direção a um *cluster*, objetivo que é contudo ambicioso, pois Portugal encontra-se ainda numa fase de aprendizagem quanto à política de *clusters* (Medina, 2013). Apesar do referido, será precipitado dizer que o SNI português reúne todas as condições para funcionar adequadamente. De fato, uma análise de contexto revela que existem problemas estruturais – conhecidos historicamente – que necessitam de ser abordados. Se por um lado nos últimos anos Portugal encetou uma política de inovação que ajudou a “*estabelecer todos os elementos básicos de um SNI*”, também se constata que sucessivos projetos de alta tecnologia, e assim de “*elevado potencial para induzir mudanças estruturais na direção adequada*” (Mamede *et al.*, 2014), carecem de um apoio claro por parte da política industrial. Assim, apesar de existirem apoios (em grande parte associados a fundos europeus) e de existirem intenções declaradas em apoiar projetos e dinamizar o SNI português, Mamede *et al.* (2014) identificam três desafios que subsistem no que toca à política industrial: (i) definir prioridades claras; (ii) melhorar os mecanismos de governança e (iii) ultrapassar os problemas relacionados com a crise e o programa de ajustamento.

2.5. Produtos e Sistemas Complexos

Davies e Hobday (2005) definem produtos e sistemas complexos (PSC) como “*bens de custo elevado, intensivos em engenharia e software, sistemas, redes, infraestruturas, engenharia e serviços*”, e acrescentam que são bens “*vitais para o crescimento industrial e para a economia moderna*”, na medida em que constituem as infraestruturas críticas para o “*fluxo de bens, serviços, energia, transporte, informação e conhecimento*”. Exemplos de PSC poderão ser barragens, satélites, centrais nucleares, plataformas petrolíferas, submarinos, supercomputadores e, no âmbito da aeronáutica: motores de aeronaves, sistemas aviónicos, aeronaves de transporte (civis ou militares) ou de combate, helicópteros, simuladores de voo, etc. Entre si todos estes produtos partilham o fato de nunca serem produzidos em massa para um utilizador final (ver anexo C). Pelo contrário são desenhados e produzidos com base em projetos *ad-hoc* para produção de unidades

únicas ou por vezes em pequenas quantidades customizadas, para grandes profissionais de algumas áreas de negócio, governos e clientes institucionais – clientes que, ao contrário do utilizador final comum, envolvem-se diretamente no processo de inovação e desenvolvimento destes produtos (Davies & Hobday, 2005). Os mesmos autores chamam ainda a atenção para uma característica determinante que desafia as dinâmicas de inovação convencionais, que é o fato destes produtos não se reverem na curva ‘S’ de desenvolvimento tecnológico devido à inovação fluída que os caracteriza e devido ao seu ciclo de vida longo (décadas), muitas vezes regenerado pelo próprio cliente/operador.

As particularidades dos PSC suscitam desafios de GTI com implicações nas dinâmicas de inovação características destes produtos, desde logo pelo entendimento de que os conceitos e modelos convencionais desenvolvidos para áreas de bens massificados não são adequados. Davies e Hobday (2005) categorizam as diferenças em 6 níveis:

- Características dos Produtos: interfaces complexas entre componentes; número de componentes e subsistemas elevado; elevado custo unitário; ciclo de vida de décadas; componentes customizados e altamente hierarquizados; ponto-chave de entrada de tecnologia na economia;
- Características de Produção: projetos únicos ou produção de pequenas quantidades; economias de escala irrelevantes; arquitetura de sistemas complexa; integração de sistemas; diversidade de bases de conhecimento envolvidas; *loops de feedback* entre as fases final e inicial preponderantes;
- Processos de Inovação: guiado por produtor e utilizador; *business to business*; processos altamente flexíveis e ajustáveis; fase difusão colapsada com inovação; trajetórias de inovação acordadas previamente entre utilizadores, fornecedores, etc; conhecimento tácito integrado nas pessoas;
- Estratégias competitivas e coordenação da inovação: foco no *design* e desenvolvimento de produto; estratégias orgânicas; competência em integração de sistemas; gestão de alianças multiempresas em projetos temporários;
- Coordenação industrial e evolução: redes elaboradas; alianças multiempresas sob a forma de projetos; alianças multiempresas temporárias para inovação e produção; estabilidade de longo prazo ao nível do integrador;
- Características de mercado: estruturas duopolistas; transações avultadas mas em pequeno número; gestão de mercados; mercados institucionais/políticos/fortemente regulados; preços negociados; apenas parcialmente sob efeito concorrencial.

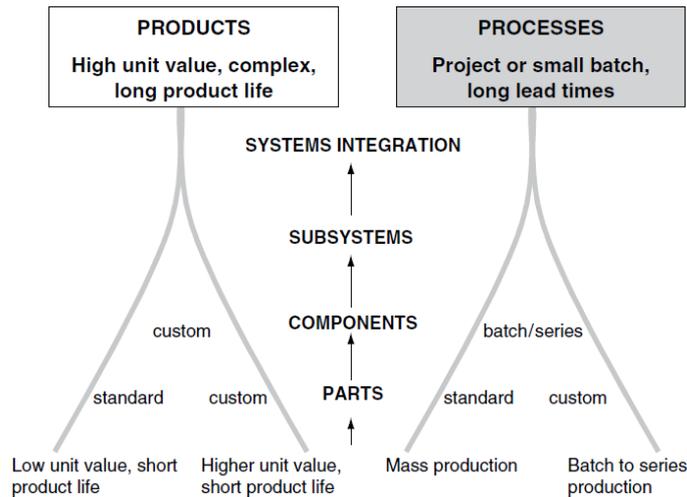


Figura 1 – Características de PSC (Davies & Hobday, 2005)

Ao terminar a análise sobre PSC, de referir que ao longo da cadeia evidenciada pela figura 1, existem necessariamente diferenças quanto à margem de valor acrescentado, que continuam para lá da produção e culminam com os serviços oferecidos aos consumidores pelo proprietário do PSC (ver figura 2). Nesta sucessão, é de salientar que existem mais fontes de rendimento sustentáveis em atividades baseadas em serviços intangíveis, do que no fornecimento de produtos físicos (Davies & Hobday, 2005).

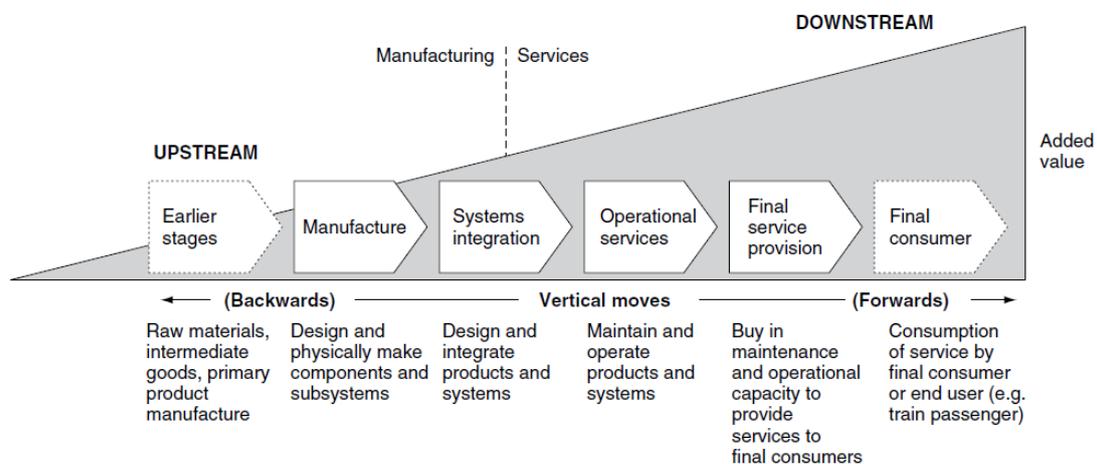


Figura 2 – Cadeia de Valor em PSC (Davies & Hobday, 2005)

A este ponto foi possível verificar que a indústria aeronáutica é caracterizada por lidar com PSC, como motores (enquanto sistemas) compostos por mais do que 22.000 componentes (muitos dos quais customizados), e aeronaves (enquanto integração de sistemas) desenvolvidas para voarem décadas (sendo frequente até que o seu *design* seja rejuvenescido apenas com ligeiras modificações como é o caso das famílias Boeing 727, 737 e 747). Estas observações salientam assim a necessidade de conhecer as características particulares da indústria aeronáutica para perceber as dinâmicas de

inovação envolvidas e os desafios de GTI. Servem ainda o propósito de enquadrar os pontos seguintes que antecedem a análise do processo de desenvolvimento de uma aeronave: 2.6 desenvolvimento de novos produtos e 2.7 gestão de projetos.

2.6. Desenvolvimento de Novos Produtos

O desenvolvimento de novos produtos (DNP) pode ser definido como “*o conjunto de atividades que começam com a percepção de uma oportunidade de mercado e que terminam na produção, venda e entrega de um produto*” (Ulrich & Eppinger, 2003) desenhado para explorar essa oportunidade, ao mesmo tempo que providencia retorno para a empresa. Ora este processo é desde logo um problema de otimização multipolar. Otimização, porque o objetivo é produzir um produto com sucesso económico, o que Ulrich e Eppinger (2003) codificam como: (i) qualidade do produto; (ii) custo do produto; (iii) tempo de desenvolvimento; (iv) custo de desenvolvimento e (v) capacidade de desenvolvimento. Multipolar, porque, como sugere Trott (2012), as perspetivas das diferentes áreas da empresa que atuam neste processo são de diversa ordem: (i) *marketing*; (ii) gestão de produção; (iii) financeira; (iv) engenharia e *design* e (v) I&D.

Identificar as etapas em que se organiza o processo de DNP é também outro problema, uma vez que existe uma variedade abundante de modelos na literatura adequados para diferentes tipos de produto, que por sua vez são adaptados pelas próprias empresas. Todavia, na maioria das indústrias, aceita-se que o processo de DNP é um processo simultâneo com interações transfuncionais dentro do projeto/empresa (Barczak *et al.*, 2009). Ulrich e Eppinger (2003) acrescentam que é mesmo fundamental que exista um processo definido, conhecido e partilhado para garantir qualidade, coordenação, planeamento adequado, gestão e controlo e melhoria contínua. Os mesmos autores sugerem um modelo de DNP composto por 6 fases, adaptado para PSC (ver anexo D):

- **Planeamento:** precede a aprovação do projeto e o processo de DNP. No caso dos PSC, esta fase começa (por vezes) não pela percepção de uma oportunidade, mas antes com uma necessidade que é apresentada por um governo/instituição;
- **Desenvolvimento do Conceito:** são identificadas as necessidades do mercado alvo (governo/instituição) e formulados e avaliados conceitos de produtos alternativos. Neste momento, em PSC, é dada bastante atenção à arquitetura de todo o sistema;
- **Design de Sistemas:** inclui a definição da arquitetura do produto e a decomposição deste em subsistemas e componentes. Dada a complexidade dos PSC, são

constituídas equipas adicionais para garantir uma correta integração entre componentes em subsistemas e entre estes e sistemas;

- *Design* Detalhado: controlo documental do produto com especificação completa dos requisitos de geometria, material e resistência de todas as partes. São identificadas as partes *standard* a ser adquiridas a fornecedores e para as partes customizadas é desenvolvido o *tooling* – ferramentaria e moldes especializados. Esta fase é caracterizada por trabalho individual mas paralelo das diversas equipas;
- Teste: envolve a construção e avaliação de protótipos do produto. No caso dos PSC, o protótipo representa a integração do produto, o qual é exaustivamente testado a todos os níveis (componentes, subsistemas e sistemas) para verificar que cumpre os requisitos (de produto e de regulação) necessários à sua validação;
- Produção: tem um crescendo gradual (até um limite) devido à otimização dos processos de produção e à aprendizagem da força de trabalho. Nos PSC, dado o pequeno número de unidades produzidas, pode ser difícil verificar este efeito, o que salienta a importância das empresas aprenderem com os projetos.

Como referido, existem diversos modelos de DNP – *stage-gate*, *network models*, *response models*, etc –, contudo, estes debruçam-se essencialmente sobre a ordem e os princípios que guiam as interações entre as diversas áreas da empresa (e fora desta) no desenvolvimento de produtos, estes de natureza mais simples que os PSC e passíveis de ser produzidos em escala. No caso do desenvolvimento de uma aeronave será apresentado um modelo do processo de desenvolvimento no ponto 2.8.

2.7. Gestão de Projetos

Um projeto é “*um empreendimento temporário para criar um produto, serviço ou resultado único*”, “*podendo envolver um único indivíduo ou vários indivíduos, uma única unidade organizacional, ou várias, de múltiplas organizações*” (Project Management Institute, 2013). Neste sentido, a gestão de projetos é a “*aplicação de conhecimento, competências, ferramentas e técnicas às atividades de projeto para que estas cumpram os requisitos de projeto*” (Project Management Institute, 2013). A indústria aeronáutica, assim como as indústrias aeroespacial e de defesa, são exemplos de indústrias caracterizadas por este tipo de organização em torno de projetos. Os grandes integradores nesta área, como a Boeing, Airbus e Embraer, são empresas para as quais a gestão de projetos representa uma capacidade estratégica, na medida em que estas têm de orquestrar e combinar diversas bases de conhecimento, diversas tecnologias,

conhecimento, *hardware*, *software* e serviços de fornecedores de modo a obter, no final, um produto e sistema complexo funcional, que é uma aeronave (Davies & Hobday, 2005). A salientar contudo, que, apesar da competência da gestão de projeto competir ao integrador, tal não significa que seja o integrador o dono do projeto. No caso de PSC é comum que o dono do projeto seja o cliente que avançou o pedido (ver figura 4).

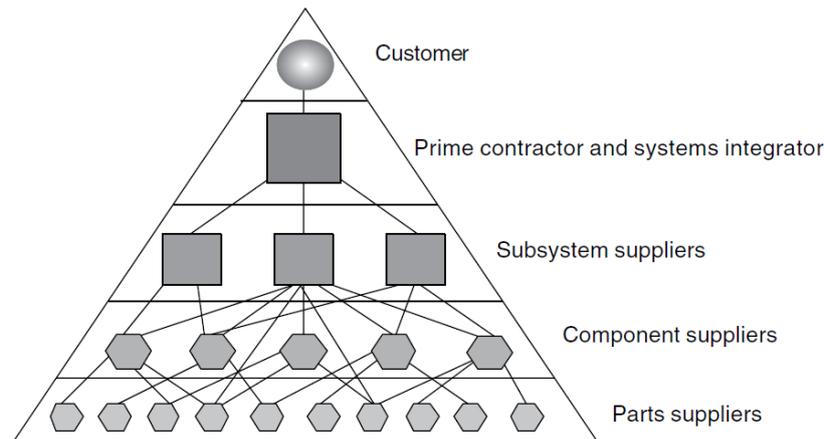


Figura 3 – Hierarquia em PSC (Davies & Hobday, 2005)

Em função da complexidade e tamanho do projeto, poderão estar envolvidas milhares de pessoas, como é comum no desenvolvimento de uma aeronave. Apesar desse número elevado, tipicamente um projeto tem apenas um líder, que se apoia numa equipa central mais pequena para coordenar as restantes equipas periféricas que trabalham nas diferentes áreas do projeto (Ulrich & Eppinger, 2003). Neste quadro, muitas vezes, o maior desafio em sede de projeto passa por gerir e reconciliar culturas empresariais conflitantes e objetivos de negócio diferentes, à medida que o projeto se desenrola (Davies & Hobday, 2005).

2.8. Desenvolvimento de uma Aeronave

Uma aeronave pode ser definida como “qualquer veículo capaz de efetuar um voo a nível atmosférico pela utilização do equipamento nele instalado”, sendo uma aeronave militar entendida como um veículo deste tipo mas “projetado e/ou operado por militares e registado como tal a nível nacional em organismo competente” (European Defence Agency, 2013). As aeronaves podem ser divididas em 4 grandes categorias, relativamente a características similares de propulsão, voo e aterragem: (i) aviões; (ii) aeronaves com rotor; (iii) planadores e (iv) balões (*Federal Aviation Administration [FAA], 2007*). No âmbito deste trabalho é de destacar a categoria “aviões”, sendo um avião uma “aeronave mais pesada que o ar dotada de um sistema de propulsão e de asa fixa” (FAA, 2007).

Outra divisão possível é relativamente à sua categoria de certificação, que tem em conta as utilizações esperadas da aeronave e limites de operação (14 CFR 21.175, 2004): (i) normal; (ii) utilidade; (iii) acrobacia (iv) transporte regional e (v) transporte. Aqui é de destacar a categoria (v) transporte, como a categoria onde se encaixam as grandes aeronaves comerciais de transporte de carga e passageiros. Note-se a palavra “comerciais” pois a classificação apresentada quanto à certificação diz respeito apenas a aeronaves civis. A certificação militar é diferente mas resulta similarmente das capacidades da aeronave e tipos de missão capaz de desempenhar. Exemplificando, o Embraer KC-390 é uma aeronave de transporte militar tático (transporte intra-teatro: raio de alcance até 2.500 milhas náuticas e carga até 20 toneladas), enquanto o Airbus A400M é uma aeronave militar de transporte tático e estratégico (transporte inter-teatro: raio de alcance superior a 2.500 milhas náuticas e carga acima de 20 toneladas).

Deve ser referido, contudo, que a certificação militar é da competência exclusiva dos Estados que as operam, já o mesmo não pode ser dito da certificação das aeronaves civis, pois as autoridades de aviação civis nacionais regulam-se de acordo com o disposto por organismos supranacionais, vendo assim diminuída alguma da sua autoridade na matéria. Este esquema de regulação deriva das imposições da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), que é uma agência das Nações Unidas a que praticamente todos os países do mundo aderiram e que tem como objetivo garantir o desenvolvimento seguro e sustentado da aviação mundial (ICAO, 2014). Neste quadro, a ICAO obriga à implementação de certos *standards* e práticas recomendadas pelos países contratantes, procedimento que é da responsabilidade das autoridades de aviação civis nacionais. Entre estas e a ICAO, e no caso da Europa, existe ainda a *European Aviation Safety Agency* (EASA), que codifica os requisitos da ICAO em regulações europeias, iguais para todos os estados membros. A FAA, entidade que regula a aviação civil nos Estados Unidos da América (EUA), deve também ser referida pois diversos países, entre os quais o Brasil, formularam acordos para adotar as regulações FAA de modo a promover a segurança no setor da aviação (Acordo EUA-Brasil, 2004). No caso do KC-390 existem planos para a aeronave obter além da certificação militar, a certificação civil. Tal não é inédito – exemplo do Airbus A400M – mas implica que além dos requisitos de alto nível (do inglês: *high level requirements* – HLR) militares, necessários para a certificação militar, o KC-390 tenha de cumprir com os requisitos da categoria (v) transporte, correspondentes à certificação civil (ver anexo E) definidos pelo *Federal Aviation Regulation* (FAR) *part 25*, legislação FAA, ou *Certification Specification* (CS) 25, legislação EASA, em si em tudo idênticos.

Adicionalmente, será conveniente referir brevemente o FAR/EASA *part 21*, uma vez que é este regulamento que enquadra as empresas autorizadas a desenvolver e produzir produtos na área da aeronáutica. Utilizando agora a terminologia europeia, o EASA *part 21* define requisitos para *Design Organisation Approval* (DOA) – *subpart J* – e *Product Organisation Approval* (POA) – *subpart G*. Organizações DOA, como são comumente conhecidas, são “*organizações responsáveis pelo design, alterações ou reparações de produtos, peças e aparelhos*”, devendo, a fim de obter este reconhecimento, demonstrar que “*é capaz de estabelecer e gerir um sistema de design robusto para controlar e supervisionar o design e alterações de produção*” (EASA, 2012). Essa demonstração é conseguida pela avaliação do número de pessoal dos quadros técnicos e sua experiência, pelos mecanismos de coordenação e autoridade e, pela qualidade das instalações e equipamentos, que permitem cumprir os requisitos dos diferentes produtos. Organizações POA são “*responsáveis pela manufatura de produtos, peças e aparelhos*”, devendo demonstrar “*conformidade da produção com o design*” (EASA, 2012). A demonstração é conseguida pelo estabelecimento e manutenção de um sistema de qualidade robusto e documentado, capaz de garantir a qualidade de todo o material fornecido, seja ele produzido na organização ou por parceiros.

Quanto aos fornecedores de componentes de *software*, encontram os seus requisitos codificados em diversas publicações (ver anexo F e G) relativas a: (i) *Software*; (ii) *Electronic Hardware* e (iii) *Integrated Modular Avionics*. A nível de regulamentação que enquadra as empresas que desenvolvem *software* na área da aeronáutica (e não só) é de referir sumariamente a classificação *Technology Readiness Level* (TRL) e a certificação *Capability Maturity Model Integration* (CMMI). Os TRL são uma terminologia desenvolvida inicialmente pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) na década de 80 que classifica o grau de maturidade de desenvolvimento de uma tecnologia em 9 níveis (ver anexo I), desde I&D básico até pronta para incorporar num sistema (NASA, 1995). Esta classificação é importante, pois o grau de manipulação da tecnologia por uma empresa é um dos critérios que pesa muito no concurso para o desenvolvimento de certo *software*/sistema para uma aeronave, na medida em que um TRL mais baixo implica investimento em I&D para desenvolver a tecnologia, o que por sua vez implica o crescer de custos e de risco. A certificação CMMI é também importante pois é muitas vezes um requisito de concurso obrigatório. Desenvolvida pelo *Software Engineering Institute* (SEI), esta certificação distingue a metodologia e processos da organização em 5 níveis de maturidade (ver anexo J) relativos à sua capacidade para desenvolver produtos e serviços de qualidade (SEI, 2010).

Antes de terminar é apresentado o processo de desenvolvimento de aeronaves (ver figura 5) proposto por Thomas Corke (2003), referência na literatura de engenharia aeroespacial. Desde logo se constata que este processo tem semelhanças evidentes com o modelo de DNP de PSC de Ulrich e Eppinger (2003) (anexo D). Para o autor o processo de desenvolvimento de uma aeronave começa com a perceção de uma potencial oportunidade de mercado e com os avanços tecnológicos obtidos pela I&D. A abordagem do mercado permite o levantamento dos requisitos de missão (ou HLR) necessários para avançar com o *design* conceptual. Este *design* visa obter uma proposta de *design* com desempenho otimizado de acordo com os requisitos de missão e envolve a estima de elementos básicos, como os pesos e dimensões da aeronave, estabilidade e controlabilidade, características aerodinâmicas e estrutura. Uma vez cumpridos os requisitos de missão, a fase de *design* preliminar (do inglês: *Preliminary Design Phase – PDP*) visa aprimorar o *design* conceptual através da otimização por teste em túnel de vento (do inglês: *Wind Tunnel Testing*) de um modelo da aeronave feito à escala. Esta análise também contempla uma análise mais detalhada das cargas aerodinâmicas (do inglês: *Loads Calculation*) e da estrutura (do inglês: *Structures Calculation*). No fim destes cálculos é comum existirem ainda vários *designs* alternativos pelo que antes de avançar com a decisão de produção os *designs* são otimizados ao máximo e os custos de I&D, produção e teste são refinados. Sucede a fase de definição (do inglês: *Definition Phase*) por ser o momento em que tomam as decisões, e divide-se em inicial (do inglês: *Initial Definition Phase – IDP*) e conjunta (do inglês: *Joint Definition Phase – JDP*) com os fornecedores selecionados. Por fim é feita uma avaliação do *design* (ou revisão do *design* preliminar, do inglês: *Preliminary Design Review – PDR*), que se aprovado diz-se que fica ‘frozen’ (que não mexe). A configuração avança para o *design* detalhado (do inglês: *Detailed Design*) onde todos os sistemas são detalhadamente desenvolvidos, e é ainda conduzido uma revisão crítica do *design* (do inglês: *Critical Design Review – CDR*) que atesta que nada foi esquecido e que este tem condições para ser produzido em escala real. Os protótipos são então produzidos, num processo de integração de sistemas, e testados para garantir que cumprem com todas as especificações de missão e de certificação (do inglês: *Certification Phase*) (Corke, 2003).

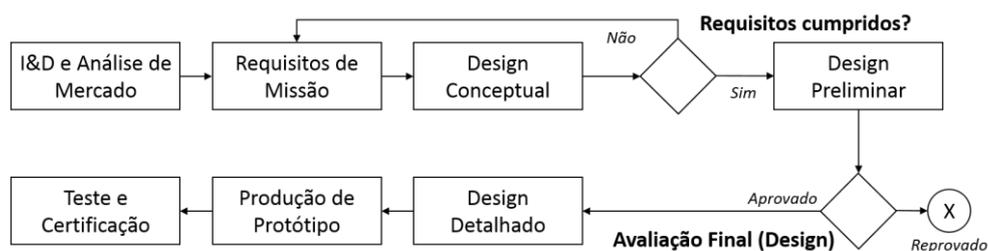


Figura 4 – Processo de Desenvolvimento de uma Aeronave (Corke, 2003) (tradução do autor)

Para terminar, apresenta-se um modelo da cadeia de abastecimento característica do setor aeronáutico (ver figura 6) organizado por linhas de fornecedores com os integradores a montante. Neste é patente a correspondência com os modelos sugeridos por Davies e Hobday (2005), quanto às características (figura 1) de, e hierarquização em (figura 4), PSC:

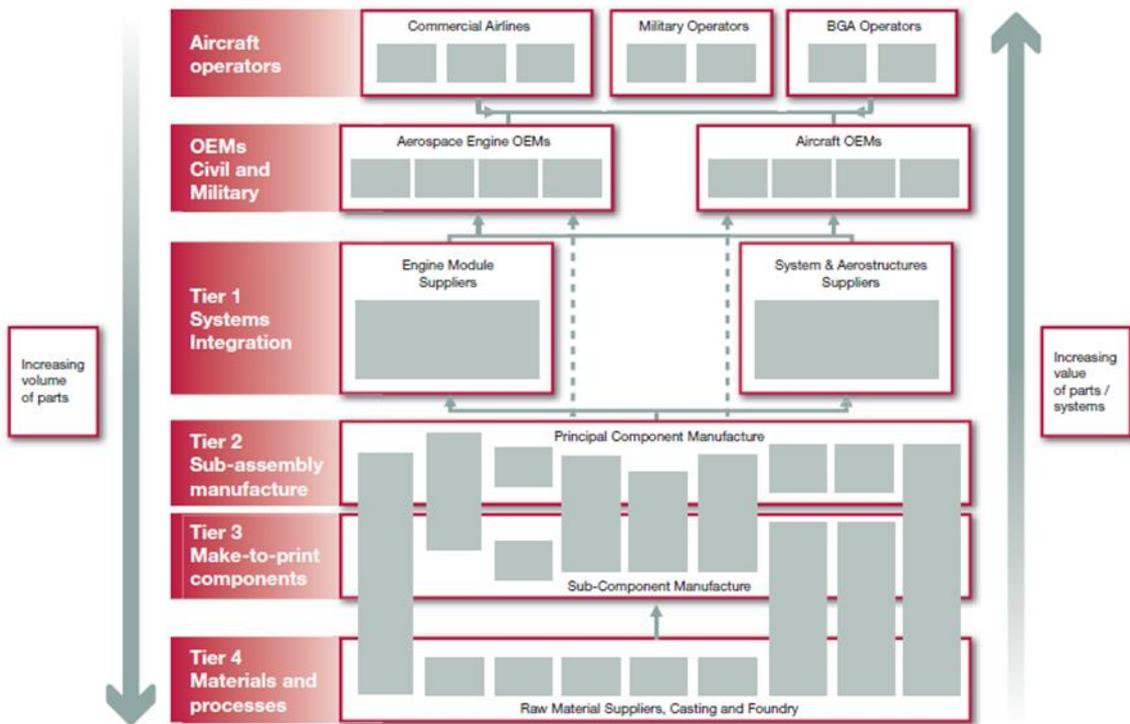


Figura 5 – Cadeia de Abastecimento no Setor Aeronáutico (Inner City Fund International, 2012)

No âmbito deste trabalho é de referir que a Embraer é uma organização DOA sendo considerada um *Original Equipment Manufacturer* (OEM) e simultaneamente um fornecedor de primeira linha (*tier 1*), a diferença residindo se o produto em análise é a integração de um sistema, *tier 1*, ou se o produto é a assemblagem final, OEM. Os fornecedores da Embraer são tipicamente fornecedores de primeira e segunda linha, sendo que, a nível de componentes de aeroestruturas, os fornecedores são POA – caso das OGMA e do Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel. A nível de *software* e sistemas, a Embraer lida tipicamente com empresas fornecedoras de produto, ou seja TRL 8/9, contudo existem casos (famílias ERJ145 e E-Jets EMB 170/190) em que foram desenvolvidas parcerias de risco com investimento em desenvolvimento de produto (TRL 3-7). Relativamente ao processo seguido pela Embraer para desenvolvimento do KC-390, este, aparentemente, coaduna-se com a bibliografia de Corke (2003) apresentada anteriormente, contudo, existe todo um conhecimento tácito que não é partilhado e que está embebido nas pessoas, especificamente na equipa que gere o desenvolvimento integrado do produto, e que cruza as tecnologias com as estruturas.

3 – METODOLOGIA E DADOS

3.1. Estudo de Caso

Existem diversos métodos de investigação passíveis de ser utilizados nas áreas de ciências sociais e gestão. Diferentes métodos são adequados para diferentes situações por isso, desde logo, tem de existir coerência quanto ao método escolhido face ao tema proposto da investigação. Na sequência, a forma como o método é desenvolvido e aplicado, ou seja, a coerência de construção da metodologia, irá ser a medida de validade do estudo. No presente trabalho o método de investigação utilizado é o estudo de caso, logo um método qualitativo. Segundo Yin (2009), a “*necessidade distintiva de utilização do estudo de caso enquanto método advém da vontade de entender um fenómeno social complexo*”, sendo particularmente adequado (ver anexo H) quando: (i) as questões de investigação são do tipo ‘como’ ou ‘porquê’; (ii) o foco da investigação são eventos contemporâneos e (iii) o investigador não detém controlo sobre os eventos. Sobre a construção da metodologia, Yin (2009) acrescenta que uma particularidade dos estudos de caso é o fato de “*existirem muito mais variáveis de interesse do que fontes de dados*” sendo por este motivo “*necessário fazer triangular e convergir múltiplas fontes de evidência*” como: (i) documentos; (ii) registos arquivados; (iii) entrevistas; (iv) observação direta; (v) observação-participante e (vi) artefactos físicos. Por fim, Yin (2009) reforça que a qualidade do estudo de caso será tanto maior quanto mais clara e válida for a lógica que liga as seguintes cinco componentes do estudo: (i) questões de investigação; (ii) hipóteses de investigação (podem ou não existir); (iii) unidades de análise; (iv) ligação entre os dados, unidades de análise e hipóteses e (v) cuidada interpretação dos resultados.

Utilizando as referências de Yin (2009) como guia, o estudo de caso foi desenvolvido passo a passo, começando com as questões de investigação:

1. *Como se encontra organizado o projeto de desenvolvimento da aeronave KC-390 da Embraer?*
2. *Qual a contribuição das empresas portuguesas, designadamente da filial portuguesa da Embraer, para o projeto?*
3. *Neste âmbito, quais os desafios emergentes em termos da gestão de tecnologia e inovação?*

Ora as questões de investigação são do tipo ‘como’, ‘o quê’ e ‘o quê’, respetivamente 1, 2 e 3. Neste caso, segundo Yin (2009), as questões ‘o quê’ (do inglês: *what*) remetem para uma análise exploratória onde o método a não necessita de ser o estudo de caso.

Todavia, as questões 2 e 3 despoletam outras questões do tipo ‘como’ e ‘porquê’:

- *Subquestão 2: Como se encontra organizada a colaboração?*
- *Subquestão 3: Porquê esses desafios?*

A nível de hipóteses de investigação é de referir que existem alguns artigos que possibilitam a conjectura de hipóteses para as questões enunciadas:

- *Collaborative Engineering: an Airbus case study* (Mas *et al.* 2013);
- *The strategic relationship with suppliers: Embraer case study* (Ferreira *et al.*, 2011);
- *The Expansion of emerging economies’ multinationals: the case of Embraer in Portugal* (Goldstein & Godinho, 2010);
- As alianças estratégicas e a sua influência na renovação das competências nucleares das Empresas: os casos OGMA/Lockheed e OGMA/Embraer (Figueiredo, 2008);
- *The Decentralisation of Airbus Production and Services* (Monnoyer & Zuliani, 2007).
- *Indústria Aeroespacial em Portugal: que Futuro?* (Santos, 1997);
- A internacionalização do grupo Simoldes (Sopas, 2003).

Todavia, o autor considerou que a formulação de hipóteses faria mais sentido apenas para a questão 3, uma vez que esta questão é mais aberta e não tão fechada como as questões 1 e 2. Optou-se por não formular hipóteses por o método não obrigar, salvaguardando o desenvolvimento lógico e coerente do estudo de caso.

Relativamente às unidades de análise, Davies & Hobday (2005) referem que num projeto em geral e, no caso de PSC em particular, existem três unidades de análise: (i) produto; (ii) projeto e (iii) empresas. Traduzindo estas unidades de análise para o tema em apreço:

- i. Produto: KC-390 como produto complexo que instiga desafios de técnica;
- ii. Projeto: KC-390 como projeto que instiga desafios de colaboração e coordenação;
- iii. Empresas: desenvolvimento de componentes e sistemas para o KC-390, dimensão que instiga desafios de tecnologia e inovação centrados na empresa.

O presente estudo de caso desenvolve-se ao nível (iii) das empresas, especificamente ao nível da participação nacional no projeto. As técnicas empregues foram a entrevista, observação direta e análise de documentação diversa, desde documentação cedida pelas empresas a revistas especializadas, publicações, artigos académicos e ainda pesquisa na internet. A técnica principal foi a entrevista semidiretiva efetuada a diretores e outros funcionários das empresas do consórcio *Better Sky* e *Compass* (ver anexo K). Quanto à

ligação entre os dados e unidades de análise (empresas) o autor acredita que a metodologia seguida salvaguarda este aspeto pois a maior parte dos dados advém das entrevistas recolhidas na primeira pessoa, tendo o guião (ver anexo L) coberto os pontos necessários para responder às questões de investigação. Nos casos em que não foi possível efetuar entrevista, foi necessário então triangular informação, utilizando novamente as entrevistas efetuadas com documentação diversa de forma a colmatar as lacunas de análise. Sobre a interpretação dos resultados remete-se o leitor para o capítulo 4.

3.2. Limitações

Durante a fase de investigação no terreno foi possível observar desde cedo que não seria fácil reunir informação em grande parte devido a um fator: secretismo da indústria. Este fator condiciona fortemente a divulgação de informação e explica a dificuldade do autor em obter certos dados ou mesmo a impossibilidade de os obter. Este aspeto, que foi sendo contornado à medida que iam sendo estabelecidos os contactos certos, é razão para admitir, desde logo, que o trabalho tem limitações por se ter construído um caso tendo acesso apenas a parte de informação, esta previamente filtrada. Outro aspeto a referir é a baliza temporal em que decorreu a investigação. Isto porque, no término da investigação do autor, perfaziam escassos meses que a presidente Dilma Rousseff inaugurava a linha de montagem do KC-390 (do inglês: *Final Assembly Line – FAL*), contudo, ainda não eram conhecidos os resultados de concurso para fornecimento de certos sistemas onde se contam propostas portuguesas. Por fim, um último aspeto a ser referido é que este estudo não tem como objetivo fazer extrapolações para um dado universo de referência – nem pode fazê-lo devido à quantidade e profundidade das observações –, pretende apenas observar o projeto KC-390 à luz de um quadro conceptual adequado para perceber que desafios de GTI se colocam individualmente aos consórcios *Better Sky* e *Compass*, pelo que as conclusões são apenas válidas no contexto em que foram retiradas. Por outro lado, e devido à escassa literatura neste domínio, o estudo de caso adquire contornos de um estudo exploratório.

3.3. Breve descrição da Embraer, OGMA e Projeto KC-390

A Embraer S.A. é uma das maiores empresas aeroespaciais do mundo, líder na construção de jatos comerciais até 130 assentos e uma das maiores exportadoras brasileiras. Com sede em São José dos Campos, estado de São Paulo, mantém escritórios, instalações industriais e oficinas de serviços ao cliente no Brasil, China, Estados Unidos, França, Portugal e Singapura (Embraer, 2013). Fundada em 1969, a Embraer projeta, desenvolve, fabrica e

vende aeronaves e sistemas para os segmentos de aviação comercial, aviação executiva e defesa e segurança. A Embraer Defesa e Segurança (EDS) desempenha um papel estratégico no sistema de defesa brasileiro, tendo fornecido mais de 50% da frota da Força Aérea Brasileira (FAB). Cerca de 20 forças aéreas no exterior também operam os produtos Embraer (Embraer, 2014). O mais recente projeto da EDS, incumbido pelo Governo Brasileiro, é o KC-390 (ver anexo M), uma aeronave de transporte militar tático que será a maior – face ao maior avião da empresa (E-195) o KC-390 tem uma superfície alar 52% superior e um peso máximo à decolagem 40% superior – e a mais complexa desenvolvida pela empresa e que atualmente (setembro 2014) encontra-se em fase de montagem do primeiro protótipo. Entre as missões que irá desempenhar contam-se transporte logístico, evacuação sanitária, busca e salvamento, reabastecimento em voo, combate a incêndios e lançamento de carga e paraquedistas (defesanet, 2013). O primeiro voo está previsto ainda para 2014, com a primeira entrega à FAB em 2016. O mercado potencial da aeronave, segundo a Embraer, é de 728 aparelhos, composto sobretudo pela oportunidade de substituição do Lockheed Martin C-130 Hercules, este com mais de 25 anos e operado por 77 países. Além da FAB, que confirmou a encomenda de 28 exemplares, o KC-390 possui cartas de intenção de compra de países como Argentina, Chile, Colômbia, Portugal e República Checa, totalizando 60 exemplares (ver anexo N) (Bandeirante, 2014).

Quanto às OGMA, a sua origem remonta a 1918, numa história que se funde com a da aviação militar em Portugal. Em 2005 foi privatizada passando a Embraer a deter 65% do capital da empresa em conjunto com a Empordef (35%), uma *holding* do estado português. Os seus serviços dividem-se em Manutenção, Reparação e Inspeção (do inglês: *Maintenance, Repairs and Overhaul* – MRO) e em Aeroestruturas. Nas Aeroestruturas, área em que tem diversas capacidades, é de destacar a capacidade para fornecer conjuntos e subconjuntos de estruturas complexas em material metálico e compósito (OGMA, 2014).

Em Évora, local onde a Embraer inaugurou dois centros de excelência em 2012, um dedicado à fabricação de estruturas metálicas e outro à fabricação de conjuntos em materiais compósitos, irão ser produzidos o estabilizador vertical do KC-390 e painéis das asas em material metálico e, ainda o estabilizador horizontal, este em material compósito (Económico Sapo, 2013) (ver anexo O). Em Alverca as OGMA serão responsáveis pela produção da fuselagem central, esta em material metálico, e ainda pelo leme de profundidade, pelo *sponson* (parte inferior da fuselagem que alberga o trem) e porta do *sponson*, tudo em material compósito (ver anexo P) (OGMA, 2014).

3.4. Breve descrição do Consórcio *Better Sky* e Parceiros

O consórcio *Better Sky* é liderado pela EEA em colaboração com o Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel (CEIIA), a Critical Materials e o Pólo de Inovação em Engenharia de Polímeros (PIEP). Este consórcio, que representa a participação da indústria portuguesa no projeto KC-390 na área de aeroestruturas, foi apoiado pelos fundos do Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN) no período 2007-2013 para “*desenvolvimento, teste e demonstração de novas metodologias de projeto e qualificação de aeroestruturas em ambiente de better design*” (AdI, 2012). O consórcio propôs-se a desenvolver atividades complementares de I&D tecnológico segundo três grandes linhas de inovação (AdI, 2012): (i) metodologias de desenvolvimento e qualificação de aeroestruturas; (ii) aplicação e demonstração de novos materiais e tecnologias de fabrico mais competitivas; (iii) novas tecnologias e integração de equipamentos em bancos de ensaios, com especial foco na multifuncionalidade das estruturas e na integração de sistemas e sensorização para monitorização de ensaios e operações de inspeção.

Tabela 1 – Sumário das Empresas no Consórcio *Better Sky*

CEIIA	Critical Materials	PIEP
<p>O CEIIA tem como objetivo aumentar a competitividade do setor da mobilidade através da cooperação internacional entre a universidade e a indústria, pelo desenvolvimento de produtos e soluções baseadas no mercado.</p> <p>Das suas competências na aeronáutica destacam-se o design estrutural, análise de fadiga de partes compósito e metálicas, simulações aerodinâmicas e aeroacústica, teste de partes, prototipagem e certificação (CEIIA, 2014).</p>	<p>Empresa focada no desenvolvimento de soluções e produtos em aplicações críticas de sistemas e estruturas materiais. Desenvolve I&D no campo da análise estrutural e desenvolvimento de materiais avançados e aplicações para a indústria aeronáutica, espaço, automóvel, energética e manufatura. Dos seus serviços destacam-se as soluções integradas de saúde e monitorização (Critical Materials, 2014).</p>	<p>O PIEP tem como objetivo contribuir para o reforço da competitividade da indústria de plásticos e moldes, através do desenvolvimento de tecnologias próprias e conceção de produtos inovadores. É caracterizado por uma cultura e prática de I&D tecnológico e entre as suas competências no domínio dos materiais é de destacar a área dos compósitos termoendurecíveis e termoplásticos (PIEP, 2014).</p>

O consórcio *Better Sky* é o responsável pelo desenvolvimento integrado dos módulos do leme de profundidade, *sponson* e portas do *sponson*. Estes módulos, em conjunto com o desenvolvimento da fuselagem pelo CEIIA Brasil, são depois produzidos nas OGMA.

3.5. Breve descrição do Consórcio *Compass* e Parceiros

De forma equivalente ao consórcio *Better Sky*, a EEA gere também o consórcio *Compass*, este composto pela Critical Software, Edisoft, Empordef Tecnologias de Informação (ETI), Grupo Mecánica del Vuelo Portugal (GMV), Novabase e Tekever. Este consórcio, que representa a candidatura da indústria portuguesa ao projeto KC-390 na área de *software* e sistemas, também submeteu um projeto para apoio dos fundos QREN, no

entanto, este foi considerado não elegível (Portugaldigital, 2014) (numa primeira volta). A ausência destes fundos obriga que as empresas invistam sozinhas e com maior risco no desenvolvimento das tecnologias alvo das suas propostas, estas agrupadas em 5 famílias de produto: (i) sistema de planeamento de missão e manutenção; (ii) sistema de simulação e treino; (iii) sistema de comunicações; (iv) sistema de missão e (v) plataforma aviónica. As propostas entregues pelo consórcio *Compass* à Embraer remontam a 2010. Estas, por motivos que serão analisados no capítulo 4, ficaram de fora em 2011 no momento em que era definida a participação nacional a nível de aeroestruturas e assinado o respetivo contrato com a Embraer. De entre as propostas portuguesas ainda em cima da mesa e que aguardam resposta, há que salientar que sofreram reestruturações e que no caso da Critical Software e ETI foram até colocadas a nível individual.

Tabela 2 – Sumário das Empresas no Consórcio *Compass*

Critical Software	ETI	Novabase
Fornecer soluções, serviços de engenharia e tecnologias para sistemas de informação críticos de segurança, de missão e de negócio em vários mercados como o da Aeronáutica, Espaço e Defesa. São especializados em Apoio Operacional Integrado, Soluções Marítimas, Desenvolvimento de Software de Aviação Embarcado Certificado e Serviços de Validação de Segurança. É certificada CMMI nível 5 (Critical Software, 2014).	Surgiu em 2004, resultado de um <i>spin-off</i> da Divisão da Engenharia de Desenvolvimento das OGMA, sendo atualmente 100% detida pela Empordef apesar de estar em estudo a sua privatização. A empresa é especializada no fornecimento de produtos e serviços nas áreas de Treino e Simulação – nos quais é uma referência para a Força Aérea Portuguesa (FAP) –, Sistemas de Teste e Suporte de Manutenção. (ETI, 2014).	Descreve-se como <i>software-house</i> , especialista no desenvolvimento de soluções à medida e como o maior integrador de sistemas português. No seu portfólio de soluções para o mercado Aeronáutico e da Defesa destacam a experiência em sistemas de treino, sistemas de planeamento de missão e <i>debriefing</i> , sistemas de informação MRO e de gestão de tráfego aéreo. Certificada CMMI nível 3 (Novabase, 2014).
Edisoft	Tekever	GMV
Desenvolvimento e integração de sistemas críticos para os sectores Aeroespacial e da Defesa, descrevendo-se como líder em sistemas de informação logísticos militares, sistemas de segurança coletiva e sistemas espaciais. No portfólio de Segurança e Defesa, área aeroespacial, destacam-se os segmentos de Sistemas Embebidos, Sistemas de Navegação e Sistemas de Comunicação por Satélite (Edisoft, 2014).	Atua nos mercados Empresariais, Aeroespacial, Defesa e Segurança. Assim, o grupo divide-se em dois: (i) Tecnologia da Informação e (ii) Aeroespacial, Defesa e Segurança. Focam-se no desenvolvimento de tecnologias inovadoras, tendo experiência em sistemas aéreos não tripulados, <i>data links</i> baseados em tecnologia de rádio definida por <i>software</i> e, redes de comunicação. (Tekever, 2014)	Grupo empresarial tecnológico que resulta de um <i>spin-off</i> da universidade de Madrid. Em Portugal surge associada à Skysoft que adquiriu em 2005. Histórico de desenvolvimento de aplicações aeronáuticas de alto valor acrescentado, sendo especialista em engenharia e desenvolvimento de sistemas aeronáuticos e <i>software</i> . Domínio das arquiteturas aviónicas mais avançadas e sistemas de teste. Certificada CMMI nível 5 (GMV, 2014).

Assim, a Critical Software formalizou a candidatura na área (i) de sistema de planeamento de missão, a ETI na área (ii) de simulação e treino e, o grupo Edisoft-Tekever-GMV na área (iii) de comunicações.

4- ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Projeto KC-390

No decurso da investigação a preocupação primeira foi determinar a organização do projeto KC-390. Tal teve o objetivo de perceber quais eram as fases do processo de desenvolvimento, qual o seu horizonte temporal, identificar os pontos de contato entre os consórcios e o projeto, caracterizar os fluxos de informação e retratar a colaboração por meio de um diagrama. A resposta começa com a análise do *Master Schedule* do projeto ilustrado na figura 6:

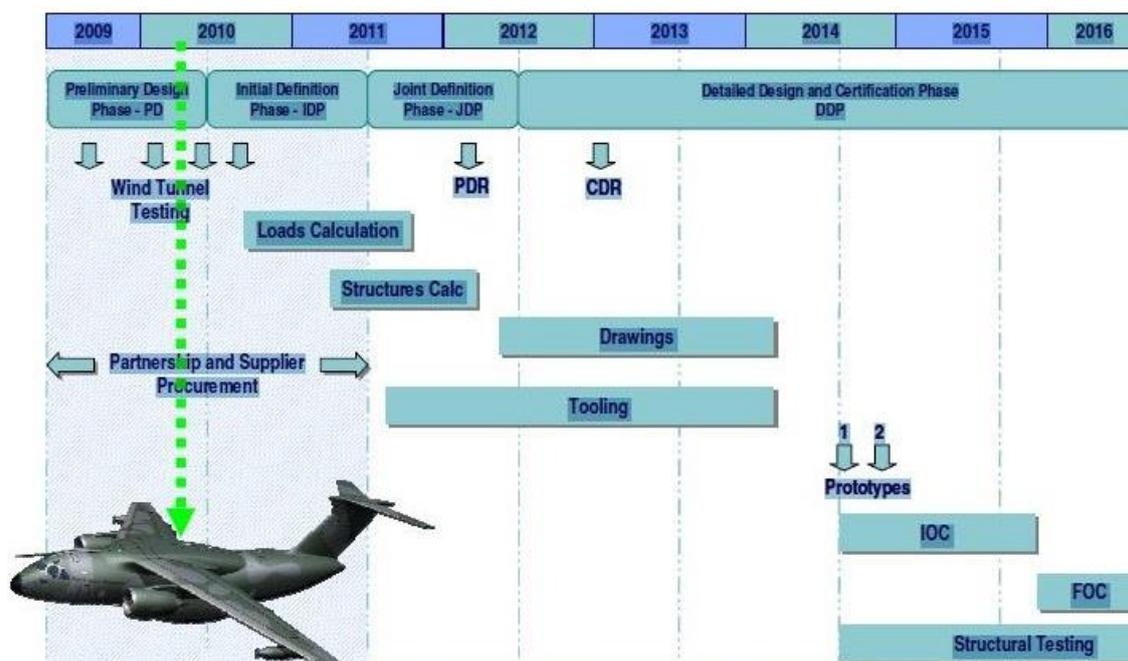


Figura 6 – Master Schedule KC-390 March 2010 (defenceforumindia, 2014)

De acordo com o referido calendário é possível verificar que existem diversas atividades a decorrer em paralelo. É de destacar o período de *procurement* de parcerias e fornecedores, iniciado em 2009, que decorreu em paralelo com a PDP e *Definition Phase* (IDP + JDP) e que terminou em meados de 2011 para dar lugar à fase de *Tooling*, *Design Review* (PDR + CDR) e *Detailed Design and Certification Phase* (DDP). Este período, 2009 a 2011, merece assim especial atenção pois foi o período no qual foram acordados os moldes da participação portuguesa no projeto. Será conveniente recordar que existe todo um contexto que se reporta a este período, esse fortemente marcado pela palavra crise e que culmina com a chegada da ‘troika’ a Portugal em 2011.

Sob este pano de fundo, em 2009 o governo brasileiro estendeu um convite ao governo português para participar no projeto KC-390. A negociação da participação portuguesa foi inicialmente conduzida pela Inteli e pela Direção Geral de Armamento e

Equipamentos de Defesa (DGAED). Foram então estabelecidos os consórcios nacionais *Better Sky* e *Compass*, para, em conjunto com as OGMA, responder aos pedidos de informação (do inglês: *Request for Information* – RFI) para participar no projeto. Em 2010 são entregues as respostas ao RFI que se traduzem na apresentação das competências das empresas/consórcios. Durante esse mesmo ano as empresas foram auditadas pela Embraer para determinar o seu mérito e capacidade, a qual endereçou posteriormente propostas (do inglês: *Request for Proposal* – RFP), estas mais concretas, e com vista à obtenção de mais informação, nomeadamente, para orçamentação. É aqui que as águas se separam e que os consórcios seguem dois caminhos distintos. Por um lado, o consórcio *Better Sky* que é selecionado, entra em negociações, a sua *best and final offer* (BAFO) é aceite e o contrato é assinado em 2011, já com a EEA a dirigir as negociações. Por outro lado, o consórcio *Compass* que não é selecionado, a sua proposta inicial é desagregada, as empresas reposicionam-se, reformulam as suas propostas e concorrem agora isoladamente. No final deste período foi ainda formulado um terceiro consórcio com o apoio da EEA e composto pelas empresas Optimal Structural Solutions e Incompol. Designado por *Aerotoooling*, este consórcio está indiretamente ligado com o projeto KC-390 através das OGMA, que o subcontratou para fornecimento de moldes especializados da aeronave. Destes três consórcios, o *Better Sky* e o *Aerotoooling* viriam ainda a ser apoiados pelo QREN, ao contrário da candidatura do *Compass* – que aguarda neste momento reconsideração, em virtude de reclamação efetuada.

Entendido desde início como um projeto veículo importante para dinamizar a indústria aeronáutica em Portugal, como é repetido pelo discurso político, o projeto KC-390 não encontrou eco na ação política. Portugal, que assinou uma carta de intenção de compra para 6 aeronaves, não decidiu ainda se vai avançar efetivamente com a compra em virtude das condições financeiras do país. Ora esta tomada de posição representa um conflito entre perspetivas industriais, de defesa e económicas, que se têm vindo a desenvolver desde o início do projeto, e que têm marcado as relações ao longo do tempo. Não se está a colocar em causa a ambição política nem o mérito técnico das empresas, a verdade é que integrou a agenda política desenvolver um *cluster* aeronáutico em Portugal e também é verdade que um projeto desta dimensão necessita de suporte político, pela utilização dos mecanismos disponíveis relativamente ao comércio e indústria de bens e tecnologias militares de subordinado interesse nacional (Lei nº49, 2009), para canalizar recursos para as empresas, negociados por meio de contrapartidas, alavancando a sua competitividade. Sem um investimento firme de Portugal o interesse da Embraer refreou-se uma vez que

esta procurava parceiros dispostos a assumir parte do risco. Acresce que o investimento realizado na área de aeroestruturas (30M€) e *tooling* (2M€), como áreas apoiadas pelo QREN – I&D em co-promoção –, a que se pode somar o investimento de 3,8M€ em máquinas e equipamentos – capacitação – realizado pelas OGMA, tem associado um menor valor acrescentado. A área de *software* e sistemas (ver figura 2), é reconhecida por ter mais valor acrescentado, melhores margens, que advêm de se estar a fornecer um serviço intangível, o que contrasta com o fornecimento de componentes estruturais para a mesma.

De outro modo, o nível técnico das empresas merece esclarecimento, pois, se por um lado, o impasse que caracteriza o processo de aquisição de Portugal explica a ausência de contrapartidas que possam negociar o direito de preferência da participação portuguesa na área de *software* e sistemas, por outro lado, o nível técnico das empresas, no que confere ao TRL, explica o não apoio do QREN e também de certa maneira a posição da Embraer. Ora, o QREN ao apoiar o consórcio *Better Sky* sob a égide de I&D em co-promoção, fê-lo pois os argumentos utilizados (ver capítulo 3) prendiam-se com inovação tecnológica, especificamente programas para desenvolver tecnologias industriais cujo TRL estaria entre o nível 1 a 4. O posicionamento do consórcio *Compass* não foi idêntico, e situava-se já mais próximo da extremidade de desenvolvimento do que investigação, dado o TRL das tecnologias na generalidade das empresas ser de nível 5/6. A este respeito, e aplicável ao consórcio *Compass*, acresce que o próprio Manual de Frascati (OCDE, 2002) reconhece a dificuldade em identificar o desenvolvimento de *software* como uma atividade de I&D. Assim a escolha do QREN enquanto mecanismo de apoio para desenvolver *software* foi arriscada, desde logo pelo cariz inovador, que é diferente nos dois consórcios, e pela maturidade da tecnologia. Da parte da Embraer, e relativamente às suas estratégias de relação com fornecedores, nesta situação terá dado primazia à diminuição do risco, até porque, o KC-390 nunca atingirá os números de produção das suas famílias de aeronaves comerciais, pelo que, Portugal só conseguiu participar na medida do que se dispôs a investir, e na ausência de condições para o fazer, as propostas que seguiram individualmente fizeram-no com investimentos sem apoio, logo, com maior risco, e mais difíceis de suportar pelas empresas que não se encontram em pé de igualdade com outras do setor. Acresce, no âmbito da competitividade, a informação transmitida em entrevista de que as propostas portuguesas sofreram um aumento de preço de 36% à entrada no Brasil devido a impostos. Não foi possível confirmar se tal se aplicou a todas as propostas, contudo, terá sido um fator que afetou negativamente a competitividade e que reflete a proteção do mercado brasileiro.

Após esta fase inicial, e chegados a 2012, tem lugar a *Joint Definition Phase* (JDP), momento em que o CEIIA, da parte do consórcio *Better Sky*, e as OGMA, se reuniram com a Embraer para definir e rever os requisitos dos componentes sob a sua responsabilidade, numa etapa que antecede o início da produção propriamente dita. Quanto às empresas do consórcio *Compass* que apresentaram propostas individuais – Critical Software e ETI –, estas aguardam resposta da Embraer, a qual deverá chegar até ao final do ano. Atualmente, e desde meados de 2014, o projeto está em fase de construção de dois protótipos sendo de esperar o primeiro voo no final do ano. Os testes finais e certificação ocorrerão durante 2015/2016 e as primeiras entregas estão previstas para final de 2016.

Em todo este processo deve ser destacado o papel da EEA como líder de ambos os consórcios. Criada pelo governo português com o objetivo de promover o desenvolvimento e consolidação do *cluster* aeronáutico de Portugal, foi mandatada para gerir as negociações com a Embraer e especificamente para gerir a participação portuguesa no projeto KC-390. Esta teve uma apreciação positiva por parte de todas as entidades entrevistadas, não apenas por ter feito a ponte entre a vontade política e a técnica, mas por ter conseguido promover a colaboração entre empresas que até são concorrentes entre si nalguns pontos e, por representar Portugal, inicialmente, como uma solução integrada conferindo visibilidade e peso às propostas. Terminando, apresenta-se o diagrama de colaboração abaixo desenhado a partir dos dados recolhidos nas entrevistas:

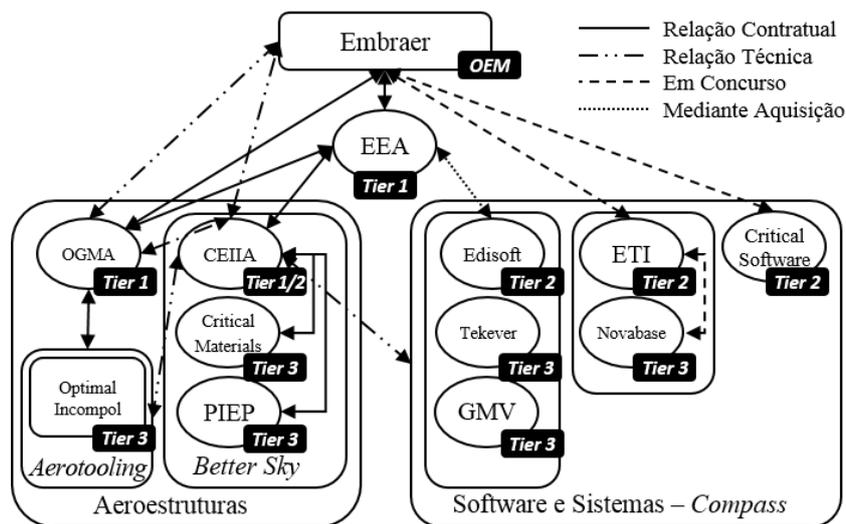


Figura 7 – Diagrama de Colaboração da Participação Nacional no Projeto KC-390

4.2. Consórcio *Better Sky*

Relativamente a este consórcio o principal ator é o CEIIA, o qual subcontrata tarefas específicas à Critical Materials e PIEP. A EEA assegura a coordenação global, surgindo

como a ponte de ligação entre o CEIIA e a Embraer no que diz respeito aos contatos mais formais como foi a negociação de contrato, contudo, existe uma relação direta técnica entre o CEIIA e a Embraer, estando até a ordem de trabalhos (do inglês: *Statement of Work* – SoW) do CEIIA partilhada diretamente com a Embraer e o trabalho desenvolve-se numa lógica de engenharia colaborativa. Também entre o CEIIA e as OGMA existe uma relação técnica pois são as OGMA que vão produzir os componentes desenvolvidos no CEIIA. Quanto aos desafios de GTI a nível do CEIIA este refere que eles surgiram devido a todo um trabalho de capacitação que foi necessário efetuar havendo relativamente pouco tempo. A unidade de aeronáutica do CEIIA, composta por 115 pessoas, teve que capacitar engenheiros nas áreas de *design*, análise estrutural e simulações e teste, enquanto simultaneamente desenvolvia competências em gestão de projeto e desenvolvia aprendizagem a nível das tecnologias associadas aos materiais compósitos. O apoio do QREN foi fundamental para financiar projetos de I&D, capacitar pessoas e para investir na infraestrutura tecnológica. Salientam que a participação no projeto KC-390 foi extremamente positiva para desenvolver competências de gestão integrada de produto, metodologias de trabalho, e para aumentar a credibilidade do CEIIA perante o mercado.

A Critical Materials foi subcontratada para executar tarefas de sensorização e de teste de *design*, contudo, numa perspetiva que liga já com a área de sistemas. O desafio foi desenvolver a tecnologia de diagnóstico das aeroestruturas, ou seja, caracterizar o comportamento das aeroestruturas, gerando informação que alimentará as cadeias de manutenção e logística da aeronave. Aqui, o desafio não foi de capacitação e não houve investigação fundamental, houve sim desenvolvimento de tecnologia. Teve, no pico do projeto, 10 pessoas adstritas. O PIEP focou-se nos ensaios das componentes protótipo e métodos de ensaio, trabalho necessário para obter a certificação das unidades produzidas.

4.3. OGMA

Ainda referente às aeroestruturas, e quanto às OGMA, os desafios foram de capacitação conseguidos com investimentos quer no desenvolvimento de competências e tecnologias associadas aos materiais compósitos, quer no *tooling*. Sobre a participação no projeto, há a referir que as OGMA têm dois contratos, um com a EEA, que a reconhece como gestora da participação portuguesa no projeto KC-390, e outro diretamente com a Embraer, para o fornecimento das aeroestruturas referidas no capítulo 3. Em Alverca o autor pôde observar os primeiros moldes do KC-390 assim como as primeiras peças em compósito

e viu como as camadas de carbono eram sobrepostas (do inglês: *layout*) manualmente na chamada *clean room*, uma sala com pressão positiva, onde ganham vida as estruturas compósito. Em Évora o processo de sobreposição já é feito automaticamente, contudo as superfícies são lisas ao contrário das superfícies curvas do *sponson* produzido em Alverca.

4.4. Consórcio Compass

Relativamente a este consórcio servem de introdução os comentários de Paulo Gastão Silva, diretor do programa KC-390, que apesar de proferidos há mais de um ano permanecem perfeitamente atuais (Expresso, 2013): “*esperamos poder contar com a participação portuguesa na definição de uma configuração específica da versão portuguesa*”, e acrescenta que “*depois do desenvolvimento do avião há potencial de participação de empresas portuguesas nos programas de treino, planeamento e análise de missões*”. Detalhando, a primeira afirmação está diretamente relacionada com a proposta do grupo Edisoft-Tekever-GMV, ao passo que a segunda afirmação está relacionada com as já referidas propostas da Critical Software e ETI.

Começando pela Critical Software, mas de maneira uniforme no consórcio, os desafios sentidos não são de capacitação porque esta já existe. O grande desafio que identificaram na sua candidatura ao projeto KC-390 é de inovação ao nível de desenvolvimento operacional de produto. No caso da Critical Software, o que esta se propôs fazer é um sistema de planeamento de missão e *debriefing*, que como tal é um sistema de chão (do inglês: *ground*) que se integra naquilo que é o *software* de apoio de missão. Este tipo de *software* é conhecido por *Electronic Flight Bag* (EFB) e para inovar neste setor a Critical Software identificou dois vetores: portabilidade e integração tecnológica. É um trabalho ambicioso que pretende disponibilizar em *tablets* informações da missão a diversos utilizadores com necessidades diferentes. Estão a trabalhar no projeto a ritmo lento, pois aguardam a decisão da Embraer. Admitem que se já tivessem a tecnologia completamente desenvolvida estariam numa posição competitiva mais forte, pois a Embraer não quer pagar custos de desenvolvimento, quer pagar apenas a licença. Caso o projeto avance estimam que a equipa aumente para 30 pessoas, necessitando de contratar também peritos.

Sobre a ETI, e até este momento, foi referido que a empresa tinha apresentado a sua proposta isoladamente, o que contrasta com o apresentado no diagrama de colaboração (ver figura 7). Esclarecendo, a candidatura da ETI para fornecimento do sistema de

simulação e treino foi feita isoladamente, contudo, ela contempla a subcontratação da Novabase. Das candidaturas restantes, a da ETI é a que parece estar melhor posicionada, pois, na sequência das avaliações conduzidas pela Embraer esta foi nomeada “*líder do produto Training*” (Empordef, 2013). Ainda relativamente aos sistemas, a ETI posiciona-se no segmento de *Computer Programming Training* (CPT) e a Novabase no segmento *Computer Based Training* (CBT). Mais concretamente, o CPT traduz-se no *software* do simulador da aeronave e, o CBT no *software* de treino e formação. O CPT surge associado a um produto que é o simulador enquanto o CBT surge associado tipicamente a um computador. Quanto a desafios, a ETI refere que são tecnológicos, a nível de desenvolvimento de *software* e a nível de integração de CPT-simulador – ou *software-hardware* –, mas também a nível de projetar o sistema de modo a potenciar a sua transportabilidade. Se a proposta for selecionada afirmam que poderão ter de aumentar o número de pessoas (à data a empresa contemplava cerca de 20) e recorrer a peritos. Quanto à Novabase, referem que a tecnologia está dominada e que têm competências de *design* e pedagógicas para desenvolver o sistema de treino e formação, pelo que o desafio está em desenvolver os conteúdos de forma inovadora. Para isso apostam no vetor mobilidade, com acesso de conteúdos em *tablets* e na realidade virtual aumentada.

Por último, a proposta remanescente em concurso é a do grupo Edisoft-Tekever-GMV. Entre estas empresas a Tekever e a GMV foram as que alteraram mais substancialmente a sua proposta inicial, além da Critical Software que abdicou da parte do desenvolvimento do sistema de manutenção. Neste grupo a Tekever abdicou da proposta de desenvolver o sistema de missão, que se traduz em *software* embarcado que faz a integração de diferentes dados relativos à missão, sendo que a GMV abdicou da plataforma aviónica, que se traduz na tecnologia de rede que liga a aeronave. A proposta resultante está de certa maneira centrada na Edisoft, sendo para fornecimento de um sistema de comunicações específico das forças militares integrantes do dispositivo da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), área em que a Edisoft já trabalhou bastante com a Marinha Portuguesa e na qual tem as credenciações específicas necessárias. Esta proposta para avançar e, como se depreende pela citação de abertura e, porque a tecnologia OTAN é reservada aos países integrantes, estará dependente da compra do KC-390 por Portugal ou outro país membro. Neste grupo a Edisoft seria a fornecedora de produto e faria desenvolvimento do *middleware* – tecnologias de interface –, a Tekever ficaria a cargo da integração homem-máquina e, a GMV asseguraria a qualidade de *software*. Neste grupo, os desafios identificados seriam essencialmente de desenvolvimento tecnológico, especialmente para a Edisoft e Tekever.

5 – CONCLUSÕES

Chegados a esta parte o autor revê o fio condutor da dissertação e extrai as conclusões sobre o trabalho desenvolvido. A motivação na génese do trabalho emerge do interesse do autor no projeto de desenvolvimento da aeronave KC-390 da Embraer, uma aeronave militar de transporte tático multimissão. A aeronave será a maior e a mais complexa produzida pela Embraer até à data e o seu desenvolvimento conta com a participação portuguesa, o que Jacinto Bettencourt, presidente do Conselho de Administração da EEA, classificou como uma “*grande oportunidade para Portugal*”. A participação portuguesa, que foi negociada no período entre 2009 e 2011, foi conseguida pela formulação e candidatura de dois consórcios designados por *Better Sky* e *Compass*, ficando a gestão da participação a cargo da EEA, que é o elo com a Embraer. Do ponto de vista da GTI este é um projeto interessante pois o desenvolvimento de um PSC, como é uma aeronave, acarreta imensos desafios para as empresas participantes, tais como gestão estratégica de tecnologia, gestão de I&D, DNP, transferência de tecnologia, gestão da qualidade, gestão de recursos humanos qualificados, entre outros. O convergir da perspetiva da GTI com o projeto KC-390 permitiu a identificação do tema da dissertação: *Participação Portuguesa no Projeto KC-390 da Embraer: Desafios no Âmbito da Gestão da Tecnologia e da Inovação*.

Em rigor, a participação portuguesa conta ainda com a presença das OGMA, das filiais da Embraer em Évora – Embraer Portugal Estruturas Metálicas e Embraer Portugal Estruturas em Compósitos –, com a filial do CEIIA em São José dos Campos – CEIIA Brasil – e por fim, indiretamente, com o consórcio *Aerotoooling*. Perante esta retificação, e recordando o objetivo declarado inicialmente: *perceber qual o envolvimento de Portugal no projeto KC-390 da Embraer, de que forma está a tirar partido da aclamada ‘grande oportunidade’, e caracterizar os desafios que se colocam*; o autor entendeu que os casos das filiais da Embraer em Évora e do CEIIA em São José dos Campos, apesar de serem de bastante interesse, instigavam uma análise que se afastava do objetivo traçado. Isto porque, do ponto de vista do autor, analisar a contribuição e desafios das filiais a par das empresas dos consórcios *Better Sky* e *Compass* para validar uma mesma pergunta de investigação resulta numa amostragem dissemelhante, sendo discutível até que ponto as filiais podem ser consideradas *envolvimento de Portugal*. Já o caso das OGMA, apesar de servir certamente os interesses da estrutura do seu capital, permanece ainda uma empresa de raiz portuguesa, como sustentam Goldstein e Godinho (2010) referindo que “*a privatização não transformou esta subsidiária numa entidade diferente*

da pré-existente”. Assim, e devido aos contornos do seu envolvimento no projeto KC-390 (ver ponto 4.3), o autor considerou a empresa como parte da amostra de interesse.

O autor iniciou então uma investigação aprofundada dedicada à compreensão do tema e uma revisão bibliográfica que visou a construção de um quadro conceitual adequado para a análise do tema no âmbito da GTI. Nesta senda, e como discorre o capítulo 2, foram abordados os seguintes pontos:

- Inovação: como força que explica a evolução das indústrias e a constante procura de novos produtos, designadamente aeronaves, mais eficazes e eficientes;
- Ciência e Tecnologia: como corpos de saber de diferentes naturezas que alimentam o processo de geração de inovações tecnológicas;
- Gestão de Tecnologia e Inovação: como área de conhecimentos que combina ensinamentos de engenharia industrial com técnicas de gestão e que visa maximizar os benefícios da tecnologia e seu desenvolvimento;
- Sistema Nacional de Inovação: reconhecimento de que as empresas não atuam sozinhas e que dependem de um sistema para produção, difusão e utilização de conhecimentos novos e economicamente úteis;
- Produtos e Sistemas Complexos: como categoria de bens especial, onde se enquadram as aeronaves, que, pelas suas características, não se refletem nos conceitos e modelos convencionais desenvolvidos para bens massificados;
- Desenvolvimento de Novos Produtos: no caso de PSC, entendido como um processo simultâneo com interações transfuncionais dentro do projeto, onde surgem desafios de engenharia e de gestão de projetos;
- Gestão de Projetos: empreendimentos temporários típicos para produção de PSC e que são uma capacidade estratégica dos OEM na indústria aeronáutica;
- Desenvolvimento de uma Aeronave: síntese de pontos fundamentais como envolvente reguladora, processo de desenvolvimento de uma aeronave e cadeia de abastecimento do setor aeronáutico.

No capítulo 3 o autor desenvolve a metodologia do estudo de caso, selecionada pela sua adequação ao tema em apreço. Foram então definidas as questões de investigação e selecionada a unidade de análise por forma a delimitar claramente o estudo. O principal método de obtenção de dados foi, como referido, a entrevista semidiretiva, sendo que estas não foram incluídas em anexo no presente trabalho devido à sua extensão. Durante

o trabalho de campo é de referir que foram encontradas diversas limitações que condicionaram o estudo de caso desenvolvido. Entre estas, é de destacar o secretismo da indústria, que justifica a dificuldade de obter determinado tipo de informação, e também a baliza temporal em que decorreu a investigação, pois à data de término de investigação, setembro de 2014, a Embraer anunciava ainda a seleção de fornecedores de sistemas relacionados com a assemblagem da aeronave (aero.jor, 2014a). Sobre as propostas das empresas portuguesas não eram conhecidos mais detalhes, sendo de esperar que tudo o que é sistema não embarcado, ou não contribui para assemblagem, seja anunciado depois da conclusão do primeiro protótipo, que deverá realizar o primeiro voo no final do ano (aero.jor, 2014a). Adicionalmente, neste período foi também tornado público o interesse da Suécia em adquirir o KC-390 para substituir a sua frota de Hércules C-130 a troco de uma participação no projeto (aero.jor, 2014b). Tal apenas aumenta a expectativa em torno dos últimos lugares por ocupar em termos de fornecedores do projeto.

Epilogando o trabalho desenvolvido, e como apresentado no capítulo 4, a preocupação primeira foi determinar a organização do projeto KC-390, objetivo alinhado com a primeira pergunta de investigação: *Como se encontra organizado o projeto de desenvolvimento da aeronave KC-390 da Embraer?* No capítulo 2 foi analisado o modelo sugerido por Corke para desenvolvimento de aeronaves e foi possível verificar o coincidir da generalidade do processo com o preconizado no *Master Schedule* (ver figura 6) do projeto. Ainda sobre o processo de desenvolvimento do KC-390, é interessante constatar que a Embraer firmou um acordo de cooperação com a Boeing em 2012 para *“compartilhamento de conhecimentos técnicos específicos...de aeronaves de transporte militar de médio porte”* (Embraer, 2012). Face à complexidade do projeto o autor acredita que este acordo foi uma forma de colmatar as lacunas na experiência da Embraer neste segmento de aviões, prevenindo futuros problemas – caso do Airbus A400M que derrapou três anos devido a problemas de desenvolvimento. Tal sustenta a existência de conhecimento que não está totalmente codificado em manuais e que reside nas pessoas, especificamente nas equipas de gestão do projeto. Após análise do *Master Schedule*, e com recurso aos dados recolhidos nas entrevistas, foi elaborado o ‘Diagrama de Colaboração da Participação Nacional no Projeto KC-390 (ver figura 7) que transmite como se encontra organizada a participação portuguesa. Sobre as perguntas de investigação dois – *Qual a contribuição das empresas portuguesas bem como da filial portuguesa da Embraer para o projeto KC-390?* – e três – *Quais os desafios emergentes no âmbito da gestão de tecnologia e inovação?* – remete-se a tabela seguinte, que condensa as observações:

Tabela 3 – Contribuição das empresas portuguesas e Desafios de GTI no projeto KC-390

		Empresa	Contribuição/Proposta	Desafios de GTI
Aeroestruturas	Better Sky	CEIIA	Desenvolvimento integrado do leme de profundidade, <i>sponson</i> e portas do <i>sponson</i>	Capacitação de recursos humanos nas áreas de <i>design</i> , análise estrutural, simulações e teste. Aprendizagem de tecnologias associadas aos materiais compósitos e desenvolvimento de competências em gestão de projeto e gestão integrada de produto.
		Critical Materials	Sensorização e teste de <i>design</i> das aeroestruturas desenhadas no CEIIA	Desenvolvimento da tecnologia associada ao diagnóstico de estruturas em compósito e tratamento dessa informação.
		PIEP	Ensaio de certificação das aeroestruturas desenhadas no CEIIA	Aquisição de competências em métodos de ensaio e realização de ensaios de certificação de material aeronáutico compósito.
		CEIIA Brasil	Desenvolvimento integrado da fuselagem central	Não foi considerada na investigação.
		Embraer Portugal	Estabilizador vertical e horizontal e painéis da asa	Não foi considerada na investigação.
		OGMA	Produção das aeroestruturas desenhadas no CEIIA Portugal e Brasil	Capacitação de recursos humanos e desenvolvimento de competências e tecnologias associadas aos materiais compósitos. Investimento elevado também em máquinas e equipamentos.
Software e Sistemas	Compass	Critical Software	Sistema de planeamento de missão	Inovação a nível de desenvolvimento operacional de produto: portabilidade e integração tecnológica de EFB. Projeto de investimento avultado (milhares de euros).
		ETI	Sistema de Simulação e Treino: segmento CPT	Desenvolvimento tecnológico do CPT e integração CPT-simulador. Necessidade de mais recursos humanos qualificados.
		Novabase	Sistema de Simulação e Treino: segmento CBT	Inovação a nível de desenvolvimento operacional de produto: vetor mobilidade e realidade virtual aumentada.
		Edisoft	Sistema de Comunicações OTAN: fornecedora de produto e <i>middleware</i>	Desenvolvimento tecnológico a nível de tecnologias de interface específicas para o modelo de <i>data link</i> do sistema de comunicações OTAN.
		Tekever	Sistema de Comunicações OTAN: integração homem-máquina	Desenvolvimento tecnológico da integração homem-máquina específico para o modelo de <i>data link</i> do sistema de comunicações OTAN.
		GMV	Sistema de Comunicações OTAN: qualidade de <i>software</i>	Verificação e validação de <i>software</i> não seria propriamente um desafio para a GMV mas antes uma porta de entrada para outros projetos de desenvolvimento de <i>software</i> .

Concluindo, historicamente o setor da indústria aeronáutica marca por ser uma indústria consolidada onde é difícil entrar, devido aos avultados investimentos que representam uma barreira à entrada, mas também é difícil ser afastado, devido ao reconhecimento e experiência acumulada. O projeto KC-390 foi assumido inicialmente como um projeto veículo para dinamizar a indústria aeronáutica em Portugal, contudo, e em virtude das condições financeiras do país, o investimento público necessário para vencer as barreiras de entrada e alavancar a competitividade portuguesa foi apenas parcialmente conseguido. Portugal ficou aquém da ambição potenciada por esta ‘grande oportunidade’ ao assegurar a participação na área das aeroestruturas e *tooling*, representada pelos consórcio *Better Sky*, pelas OGMA e consórcio *Aerotooling*, mas o mesmo não acontecendo na área de *software* e sistemas, representado pelo consórcio *Compass*, que permanece à data num impasse. Acresce que a área de aeroestruturas, como sugere a cadeia de valor em PSC (ver figura 2) e como demonstra a cadeia de abastecimento aeronáutica (ver figura 5), está associada a menor valor acrescentado relativamente à área de *software* e sistemas.

Verifica-se assim um conflito entre aquilo que são perspetivas industriais, de defesa e económicas e, pouco a pouco, revela-se o quadro sintomático de um país com problemas estruturais, que sucessivamente falha em apoiar (de forma consistente) um projeto de alta tecnologia com dimensão suficiente para melhorar a qualidade global do tecido industrial. Como descrevem Goldstein e Godinho (2010), o apoio e interesse por parte do governo português na vinda da Embraer para Portugal em 2005 deveu-se certamente a uma estratégia para melhorar a referida qualidade do tecido industrial, contudo, essa aposta precisa de ser continuada para trazer para Portugal atividades de mais valor acrescentado ligadas a indústrias intensivas em conhecimento e tecnologia. De encontro a Mamede *et al.* (2014) é necessário integrar a política industrial na estratégia do país, esta a ser definida consensualmente de modo a ser continuada pelos sucessivos governos. É oportuna também a reflexão de Soromenho-Marques (2014), que considera as políticas públicas como “*o principal instrumento da inteligência coletiva, capaz de contrariar as desvantagens das nações, seja no que concerne à escassez de recursos naturais, seja no peso acumulado de inércias históricas negativas. As múltiplas dimensões da crise que afeta hoje Portugal exigem que sejamos capazes de nos reerguer e convergir como sociedade em torno de novas visões do futuro comum*”.

Apesar de tudo, e se por um lado é reconhecido que os últimos anos têm sido positivos para a indústria aeronáutica portuguesa, alguns arriscando mesmo que o setor “*descola*

para o sucesso”, existe muito trabalho a ser desenvolvido sendo o setor “*merecedor de uma aposta clara e em grande escala, tanto da parte do Estado como de entidades privadas que encontrarão aqui, sem grande margem de erro, um setor que, por integrar produtos e processos que representam a vanguarda tecnológica de diversas áreas, será, já hoje, um setor com o futuro assegurado*” (Negócios de Portugal, 2013). De uma perspectiva de SNI o autor conclui portanto que a rede de atores e competências do setor da aeronáutica não funciona ainda da melhor maneira, como sugere a análise de contexto. De fato, poder-se-á afirmar até que existe um mau funcionamento da atuação geral do grupo Estado-Forças Armadas-Empresas quanto à negociação deste tipo de empreendimentos, fato que é corroborado pela Resolução da Assembleia da República nº29 (2014), a qual constituiu uma comissão parlamentar de inquérito aos programas relativos à aquisição de equipamentos militares – todos os adquiridos desde 1995: F-16, EH-101, P-3 Orion, C-295, torpedos, submarinos, Pandur II – e respetivas contrapartidas.

Posto isto, e no que toca ao consórcio *Better Sky*, o projeto permitiu capacitar Portugal pela aprendizagem e desenvolvimento de competências das empresas. Salienta-se neste campo o desenvolvimento de competências de gestão integrada de produto no CEIIA, que de fato tem um papel *pivot* importante que extravasa o consórcio *Better Sky*, e que representa a derradeira saída do *make-to-print* que caracteriza os fornecedores de terceira linha (ver figura 5). Já o consórcio *Aerotoiling*, este apenas brevemente referido, foi também importante pois surge com o intuito de capturar mais um segmento da cadeia de valor, este a montante da produção de aeroestruturas que é o *tooling*. Quanto ao consórcio *Compass*, os desafios sentidos são fundamentalmente de desenvolvimento tecnológico em domínios específicos, sendo de salientar positivamente neste grupo a sinergia desenvolvida entre empresas, atuando o projeto KC-390 como um estímulo mobilizador de competências, apesar de, posteriormente, as empresas terem reestruturado as suas propostas, e terem até concorrido sozinhas. Por último, presente em ambos os consórcios e envolvida na origem do *Aerotoiling*, há que reafirmar o papel fundamental da EEA na gestão da participação portuguesa e na promoção de Portugal como uma solução integrada conferindo visibilidade e peso às propostas. Terminando, e porque a escalada da cadeia de valor aeronáutico faz-se progressivamente, o projeto contribuiu para melhorar a credibilidade do país sendo de esperar que, futuramente, surjam oportunidades para as empresas portuguesas, sejam elas de *tooling*, aeroestruturas ou conceção de *software* e sistemas.

6 – REFERÊNCIAS

1. 14 CFR 21.175 (2004). 14 – Aeronautics and Space:: Part 21 – Certification Procedures for Products and Parts: Subchapter H – Airworthiness Certificates. Website: <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?&c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title14/> (acedido em: 30/06/2014).
2. Acordo Estados Unidos da América-Brasil (2004). Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of the Federative Republic of Brazil for Promotion of Aviation Safety. Website: http://www2.anac.gov.br/certificacao/Acordos/Textos/0083_BASA_000003-00-002.pdf (acedido em: 30/06/2014).
3. aero.jor (2014a). Website: <http://www.aereo.jor.br/2014/09/10/embraer-contrata-empresa-espanhola-para-fabricar-cargueiro-militar/> (acedido em: 13/09/14).
4. aero.jor (2014b). Website: <http://www.aereo.jor.br/2014/08/09/suecia-quer-participacao-no-projeto-do-kc-390-da-embraer/> (acedido em: 13/09/14).
5. Agência de Inovação (2012). Website: <http://projectos.adi.pt/actions/project?id=C16/2012/24559&search=global&actionbean=actions/project> (acedido em: 01/07/14).
6. Agência de Inovação (2014). O que é a gestão da inovação?. Website: <http://www.adi.pt/2400.htm> (acedido em: 19/01/2014).
7. Bandeirante (2014). Bandeirante: Informativo Embraer para o Brasil e para o Exterior nº753. Embraer.
8. Barczak, G., Griffin, A., Kahn, K. (2009). Perspective: trends and drivers of success in NPD practices. *Journal of Product Innovation Management* vol. 26
9. Caraça, J. (2001). O que é a Ciência. Quimera.
10. Caraça, J. (2003). Do Saber ao Fazer: Porquê Organizar a Ciência. Gradiva.
11. Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel (2014) Website: <http://www.ceiia.com/pushing-mobility/> (acedido em: 10/07/2014).
12. Corke, T. (2003). Design of Aircraft. University of Notre Dame. Pearson Education.
13. Critical Materials (2014) Website: <http://www.critical-materials.com/en/company/overview> (acedido em: 10/07/2014).
14. Critical Software (2014). Website: <http://www.criticalsoftware.com/pt/about-us/history> (acedido em: 10/07/2014).
15. Davies, A., Hobday, M. (2005). The Business of Projects – Managing Innovation in Complex Products and Systems. Cambridge University Press.

16. defenceforumindia (2014). Embraer's Multinational KC-390 Tactical Air Transport Program. Website: <http://defenceforumindia.com/forum/military-aviation/12846-embraer-s-multinational-kc-390-tactical-air-transport-program.html> (acedido em: 07/04/2014).
17. defesanet (2013). Entrevista com Paulo Gastão, Diretor Do Programa Kc-390. Website: <http://www.defesanet.com.br/kc390/noticia/13504/Exclusivo---Entrevista-com-Paulo-Gastao--Diretor-do-Programa-KC-390/> (acedido em: 18/12/2013).
18. Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (2014). Website: <http://www.priberam.pt/dlpo/> (acedido em: 19/01/2014).
19. Dodgson, M., Gann, D., Salter, A. (2008). The Management of Technological Innovation: Strategy and Practice. Oxford University Press.
20. Económico Sapo (2013). Embraer em Évora entrega primeiras peças do KC-390 ainda este ano. Website: http://www.economico.sapo.pt/noticias/embraer-em-evora-entrega-primeiras-pecas-do-kc390-ainda-este-ano_177671.html (acedido em: 18/12/2013).
21. Edisoft (2014). Website: <http://www.edisoft.pt/about/> (acedido em: 10/07/2014)
22. Embraer (2012). Boeing e Embraer assinam acordo de cooperação para o programa KC-390. Website: <http://www.embraer.com/pt-BR/ImprensaEventos/Press-releases/noticias/Paginas/BOEING-E-EMBRAER-ASSINAM-ACORDO-DE-COOPERACAO-PARA-O-PROGRAMA-KC390.aspx> (acedido em: 18/12/13).
23. Embraer (2013). Informação à Imprensa 12 de dezembro de 2013: Embraer recebe pedido da American Airlines para até 150 aviões. Embraer S.A.
24. Embraer (2014). Aeronaves: Tecnologia para atender às suas necessidades. Website: <http://www.embraer.com.br/pt-BR/Aeronaves/Paginas/Home.aspx> (acedido em: 06/07/2014).
25. Empordef (2013). Relatório de Contas Empordef 2012: Relatório Consolidado de Gestão – Desenvolvimento de Negócio: Mercado de Exportação. Empordef.
26. Empordef (2014). Website: <http://www.eti.pt/about-us/company-history> (acedido em: 10/07/2014).
27. Estratégia Nacional de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente (2013). Estratégia Nacional de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente 2014-2020 – Documento de Trabalho N.2: Diagnóstico de Apoio às Jornadas de Reflexão Estratégica - Eixo Temático 3: Mobilidade, Espaço e Logística.

28. European Defence Agency (2013). European Military Airworthiness Document 1 – Definitions and Acronyms Document ed 1.1. Military Airworthiness Authorities Forum.
29. Expresso (2013). Évora negocia mais seis projetos Embraer. Jornal Expresso (edição: 22/06/2013).
30. Federal Aviation Administration (2013). FAA Definitions. Aviation Safety Bureau. Website: <http://www.faa-aircraft-certification.com/faq-definitions.html> (acedido em: 30/06/2014).
31. Figueiredo, M. (2008). As alianças estratégicas e a sua influência na renovação das competências nucleares das empresas: os casos OGMA/Lockheed e OGMA/Embraer. Mestrado em Gestão/MBA. Universidade Técnica Portuguesa. Instituto Superior de Economia e Gestão.
32. Godinho, M. (2013). Inovação em Portugal. Fundação Francisco Manuel dos Santos.
33. Goldstein, A., Godinho, M. (2010). The expansion of emerging economies' multinationals: the case of Embraer in Portugal in International Journal of Technological Learning, Innovation and Development vol. 3. Inderscience
34. Grupo Mecánica del Vuelo Portugal (2014). Website: <http://www.gmv.com/pt/Empresa/> (acedido em: 10/07/2014).
35. Inner City Fund International (2012). Global Aerospace Sector M&A update Summer 2012. Catalyst Corporate Finance. Inner City Fund International.
36. International Civil Aviation Organization (2014). Website: www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx (acedido em: 30/06/2014).
37. Lei nº49 (2009). Regula as condições de acesso e exercício das atividades de comércio e indústria de bens e tecnologias militares. Assembleia da República.
38. Lundvall, B. (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers.
39. Mamede, R., Godinho, M., Simões, V. (2014), Assessment and challenges of industrial policies in Portugal: Is there a way out of the 'stuck in the middle' trap? in Aurora Teixeira, Ester Silva e Ricardo Paes Mamede: Structural Change, Competitiveness and Industrial Policy: Painful lessons from the European Periphery. London: Routledge. ISBN 978-0-415-71382-5, 2014.
40. Medina, A. (2013). Estudo de Avaliação da Estratégia e do Processo de Implementação das Estratégias de Eficiência Coletiva Tipologia Clusters. Sociedade Portuguesa de Inovação.

41. National Aeronautics and Space Administration (1995). Technology Readiness Levels: a white paper. Advanced Concepts Office. Office of Space Access and Technology.
42. Novabase (2014). Website: <http://www.novabase.pt/pt/Novabase/Pages/Historia.aspx> (acedido em: 10/07/2014).
43. OCDE (2002). Frascati Manual – Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. OCDE.
44. Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (2014). Website: http://www.ogma.pt/index.php?page=aero_pt (acedido em: 01/07/2014).
45. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (2005). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data 3th ed.OCDE.
46. Patel, P., Pavitt, K. (1994). “National Innovation Systems: Why They are Important and How They Might Be Measured and Compared”. Economics of Innovation and New Technology vol. 3. Routledge.
47. Pólo de Inovação em Engenharia de Polímeros (2014). Webiste: <http://www.piep.pt/pt/conteudos/conteudo/id/67> (acedido em: 10/07/2014).
48. Pontos de Vista (2012). Artigo: EEA – Empresa de Engenharia Aeronáutica, S.A. e o futuro da aeronáutica em Portugal in Pontos de Vista ed Agosto 2012.
49. Portugaldigital (2014). Empresas portuguesas são excluídas do projeto KC-390 da Embraer. Website: <http://www.portugaldigital.com.br/economia/ver/20086006-empresas-portuguesas-sao-excluidas-do-projeto-kc-390-da-embraer> (acedido em: 10/07/2014).
50. Project Management Insitute (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge 5th edition. Project Management Institute, Inc.
51. Santos, B. (1997). Indústria Aeroespacial em Portugal: que Futuro?. Mestrado em Economia e Gestão de Ciência e Tecnologia. Universidade Superior Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Economia e Gestão.
52. Schumpeter, J. (1934). The Theory of Economic Development, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
53. Simões, V. (2003). O sistema nacional de inovação em Portugal: diagnóstico e prioridades in Maria João Rodrigues, Arminda Neves e Manuel Mira Godinho: Para uma política de Inovação em Portugal. Dom Quixote. Lisboa.
54. Resolução nº29 (2014). Constituição de uma comissão parlamentar de inquérito aos programas relativos à aquisição de equipamentos militares (EH -101, P -3 Orion, C -295, torpedos, F -16, submarinos, Pandur II). Assembleia da República.

55. Skybrary (2014). Aircraft Certification and Production Standards. Website: http://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Certification_and_Production_Standards (acedido em: 30/06/2014).
56. Society of Automotive Engineers (2010). Aerospace Recommended Practice 4754 rev. A – Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems. SAE International.
57. Software Engineering Institute (2010). CMMI for Development ver 1.3: Improving processes for developing better products and services. Software Engineering Process Management Program. Carnegie Mellon University.
58. Sopas, A. (2003). A internacionalização do grupo Simoldes: um estudo de caso de um fornecedor de componentes para a indústria automóvel. Universidade Católica Portuguesa. Faculdade de Economia e Gestão.
59. Soromenho-Marques, V. (2014). Newsletter Fundação Calouste Gulbenkian nº158
60. Tekever (2014). Website: <http://www.tekever.com/en/group/about/> (acedido em: 10/07/2014).
61. Tidd, J., Bessant, J. (2009). Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change 4th ed. John Wiley & Sons, Ltd.
62. Trott, P. (2012). Innovation Management and New Product Development 5th ed. Pearson.
63. Ulrich, K., Eppinger, S. (2003). Product Design and Development – International Edition. McGraw-Hill.
64. Wikipédia (2014a). Technology readiness level. Website: http://en.m.wikipedia.org/wiki/Technology_readiness_level (acedido em: 05/07/2014).
65. Wikipédia (2014b). Capability Maturity Model Integration. Website: http://en.m.wikipedia.org/wiki/Capability_Maturity_Model_Integration (acedido em: 05/07/2014).
66. Yin, R. (2009). Case Study Research: Design and Methods 4th ed. SAGE Publications, Inc.

7 – ANEXOS

Anexo A

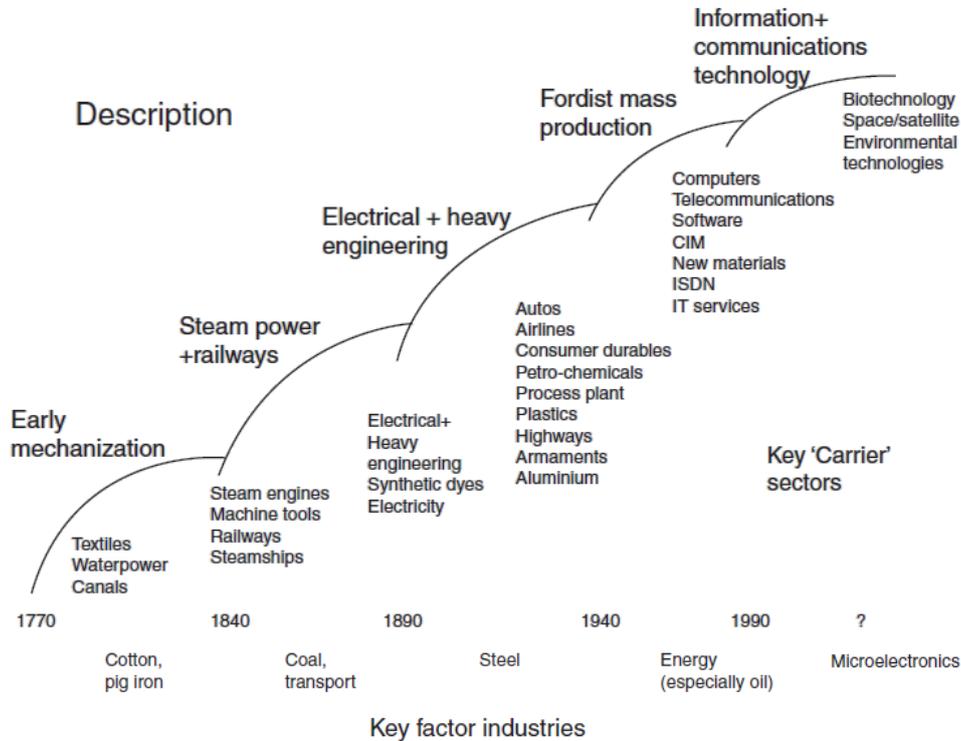


Figura A – Ondas de desenvolvimento tecnológico (Dodgson et al., 2008)

Anexo B

	Supplier-dominated	Scale-intensive	Information-intensive	Science-based	Specialized suppliers
Typical core sectors	Agriculture Services Traditional manufacturing	Bulk materials Automobiles Civil engineering	Finance Retailing Publishing Travel	Electronics Chemicals Drugs	Machinery Instruments Software
Main sources of technology	Suppliers Learning from production	Production, engineering Learning from Design offices Specialized suppliers	Software and systems departments Specialized suppliers	R & D Basic research	Design Advanced users
Main tasks of technology strategy	Use technology from elsewhere to strengthen other competitive advantages	Incremental integration of changes in complex systems Diffusion of best design and production practice	Design and operation of complex information processing systems Development of related products	Exploit basic science Development of related products Obtain complementary assets Redraw divisional boundaries	Monitor advanced user needs Integrate new technology incrementally

Figura B – Trajetórias Tecnológicas de Pavitt (Patel & Pavitt, 1994)

Anexo C

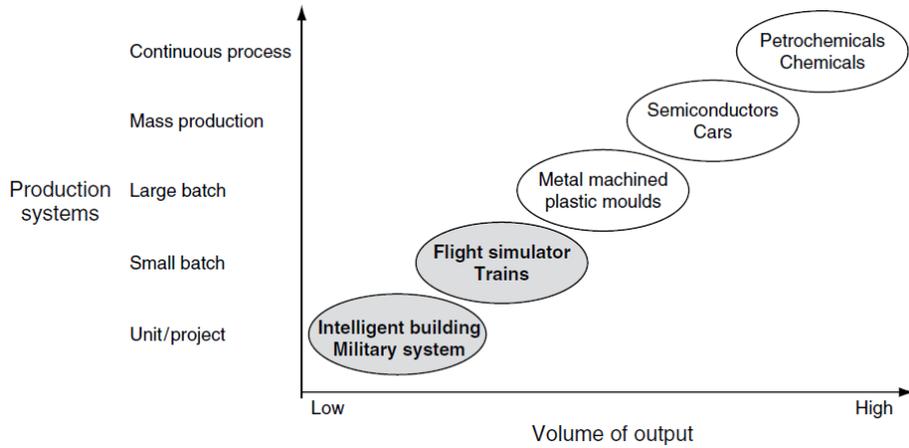


Figura C – Tipos de Produtos segundo Woodward (Davies & Hobday, 2005)

Anexo D

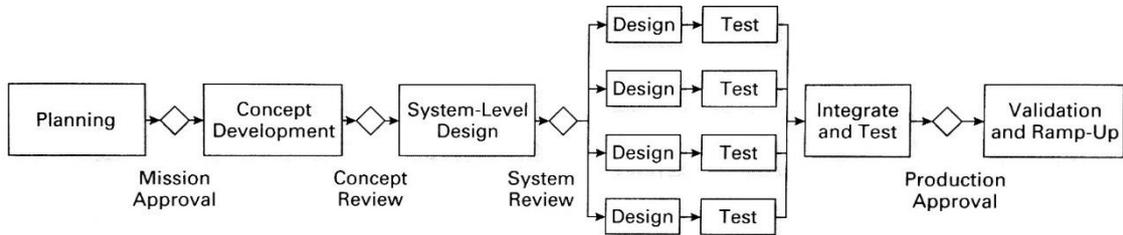


Figura D – Processo de DNP em PSC (Ulrich & Eppinger, 2003)

Anexo E

Tabela E – Standards de Aeronavegabilidade (FAA) e Especificações de Certificação (EASA) (Skybrary, 2014)

Electronic Code of Federal Regulations		EASA Certification Specification	
FAR Part	Title	EASA CS	Title
		CS-22	Sailplanes and Powered Sailplanes
23	AIRWORTHINESS STANDARDS: NORMAL, UTILITY, ACROBATIC, AND COMMUTER CATEGORY AIRPLANES	CS-23	Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes
25	AIRWORTHINESS STANDARDS: TRANSPORT CATEGORY AIRPLANES	CS-25	Large Aeroplanes
27	AIRWORTHINESS STANDARDS: NORMAL CATEGORY ROTORCRAFT	CS-27	Small Rotorcraft
29	AIRWORTHINESS STANDARDS: TRANSPORT CATEGORY ROTORCRAFT	CS-29	Large Rotorcraft
31	AIRWORTHINESS STANDARDS: MANNED FREE BALLOONS	CS-31GB CS-31HB	(Gas Balloons) (Hot Air Balloons)
33	AIRWORTHINESS STANDARDS: AIRCRAFT ENGINES	CS-E	Engines
35	AIRWORTHINESS STANDARDS: PROPELLERS	CS-P	Propellers
		CS-LSA	Light Sport Aeroplanes
		CS-VLA	Very Light Aeroplanes
		CS-VLR	Very Light Rotorcraft

Anexo F

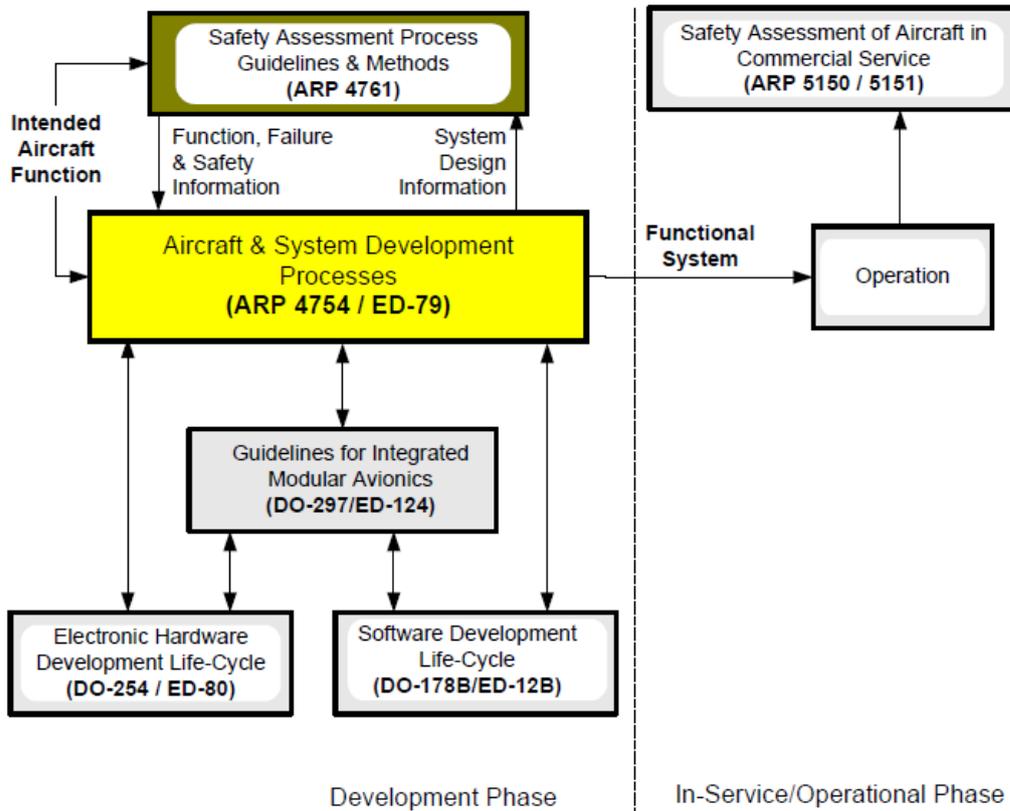


Figura F – Documentos Guia para Desenvolvimento e Emprego Operacional de Aeronaves (Society of Automotive Engineers [SAE], 2010)

Anexo G

Tabela G – Documentação de Referência para o Desenvolvimento de Aeronaves (SAE, 2010)

SAE	ARP4761	Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems
	ARP5150	Safety Assessment of Transport Airplanes In Commercial Service
	ARP5151	Safety Assessment of General Aviation Airplanes and Rotorcraft In Commercial Service
FAA	14CFR Part 21	Certification Procedures for Products and Parts
	14CFR Part 23	Airworthiness Standards: Normal, Utility, Acrobatic and Commuter Category Airplanes
	14CFR Part 25	Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes
	14CFR Part 27	Airworthiness Standards: Normal Category Rotorcraft
	14CFR Part 29	Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft
	14CFR Part 33	Airworthiness Standards: Aircraft Engines
	14CFR Part 35	Airworthiness Standards: Propellers
	AC 23.1309-1D	System Safety Analysis And Assessment For Part 23 Airplanes
	AC 25.19	Certification Maintenance Requirements
	AC 25.1309-1A	System Design and Analysis, Advisory Circular

EASA	IR-21	Certification Procedures for Aircraft, and Related Products & Parts
	CS-23	Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes
	CS-25	Certification Specifications for Large Aeroplanes
	CS-27	Certification Specifications for Small Rotorcraft
	CS-29	Certification Specifications for Large Rotorcraft
	CS-E	Certification Specifications for Engines
	CS-P	Certification Specifications for Propellers
	AMC 25.19	Certification Maintenance Requirements
	AMC 25.1309	Equipment, Systems and Installations EASA Acceptable Means of Compliance
RTCA	DO-178	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
	DO-178A	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
	DO-178B	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
	DO-254	Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware.
	DO-297	Integrated Modular Avionics (IMA) Development Guidance and Certification Considerations
EUROCAE	ED-12A	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
	ED-12B	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
	ED-80	Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware.
	ED-124	Integrated Modular Avionics (IMA) Development Guidance and Certification Considerations

Anexo H

METHOD	(1) Form of Research Question	(2) Requires Control of Behavioral Events?	(3) Focuses on Contemporary Events?
Experiment	how, why?	yes	yes
Survey	who, what, where, how many, how much?	no	yes
Archival Analysis	who, what, where, how many, how much?	no	yes/no
History	how, why?	no	no
Case Study	how, why?	no	yes

Figura H – Metodologias de Pesquisa (Yin, 2009)

Anexo I

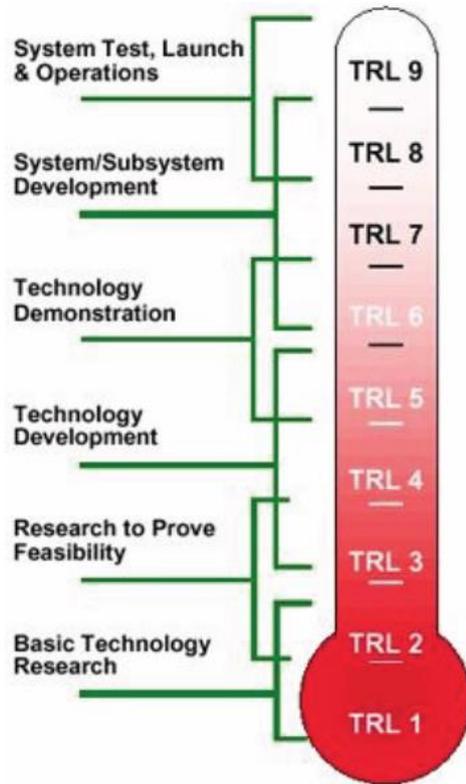


Figura I – Technology Readiness Level (Wikipedia, 2014a)

Anexo J

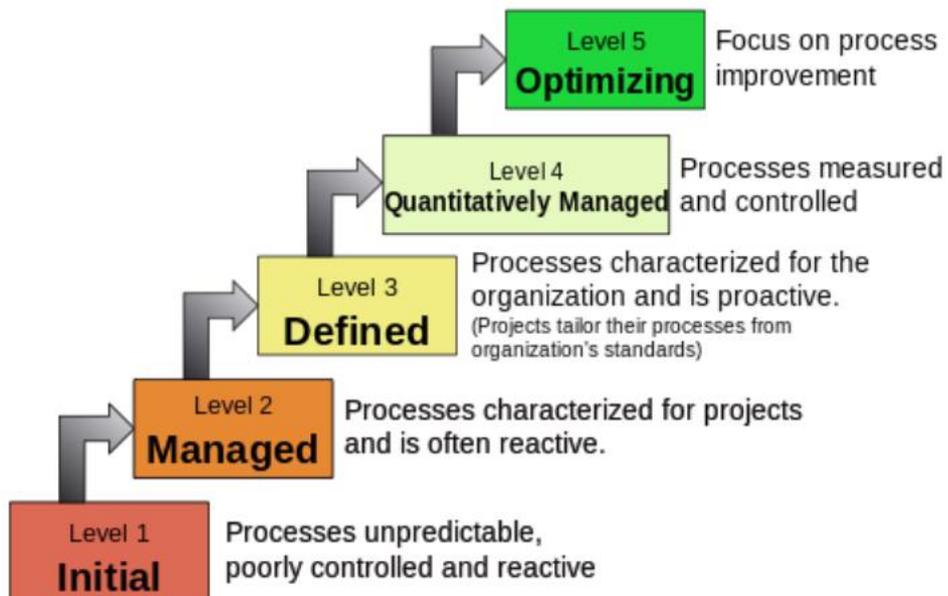


Figura J – Capability Maturity Model Integration Level (Wikipedia, 2014b)

Anexo K

Tabela K – Plano das Entrevistas

	EMPRESA	ENTREVISTADO	FUNÇÃO
BETTER SKY ¹	Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel (CEEIA) ^{*1}	Luís Rebelo	Head of Aeronautical Engineering Unit
	Critical Materials ^{*2}	Gustavo Dias	Chief Executive Officer
	Pólo de Inovação em Engenharia de Polímeros (PIEP)	Não contactada	
*3	Empresa de Engenharia Aeronáutica (EEA) ^{*3}	Francisco V. da Cunha	Programme Manager
COMPASS ²	Critical Software	Paulo Guedes	Business Development Manager
	Edisoft	Tiago Sepúlveda	Aeronatics & Space Systems Manager
	Empordef Tecnologias de Informação (ETI)	Carlos Félix	Executive Director
	Grupo Mecánica del Vuelo Portugal (GMV Portugal)	José Neves	Director of Homeland Security & Defence Portugal // Managing Director GMV Portugal
	Novabase	João Gomes	Senior Manager
	Tekever	Não respondeu	
Outras Relevantes	Embraer Europa ^{*4}	João Taborda	External Relations Director Europa, Affrica, Middle East
	Embraer Portugal (Évora)	Não respondeu	
	Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (OGMA) ^{*5}	Paulo Monginho	Extenal Relations Diretor
	Incompol ^{*6}	Não respondeu	
	Optimal Structural Solutions ^{*6}	Não respondeu	Engineering Director

*¹Relação técnica com consórcio *Compass* e *Aerotoooling*;

*²Entrevista via Skype;

*³Presente nos dois consórcios;

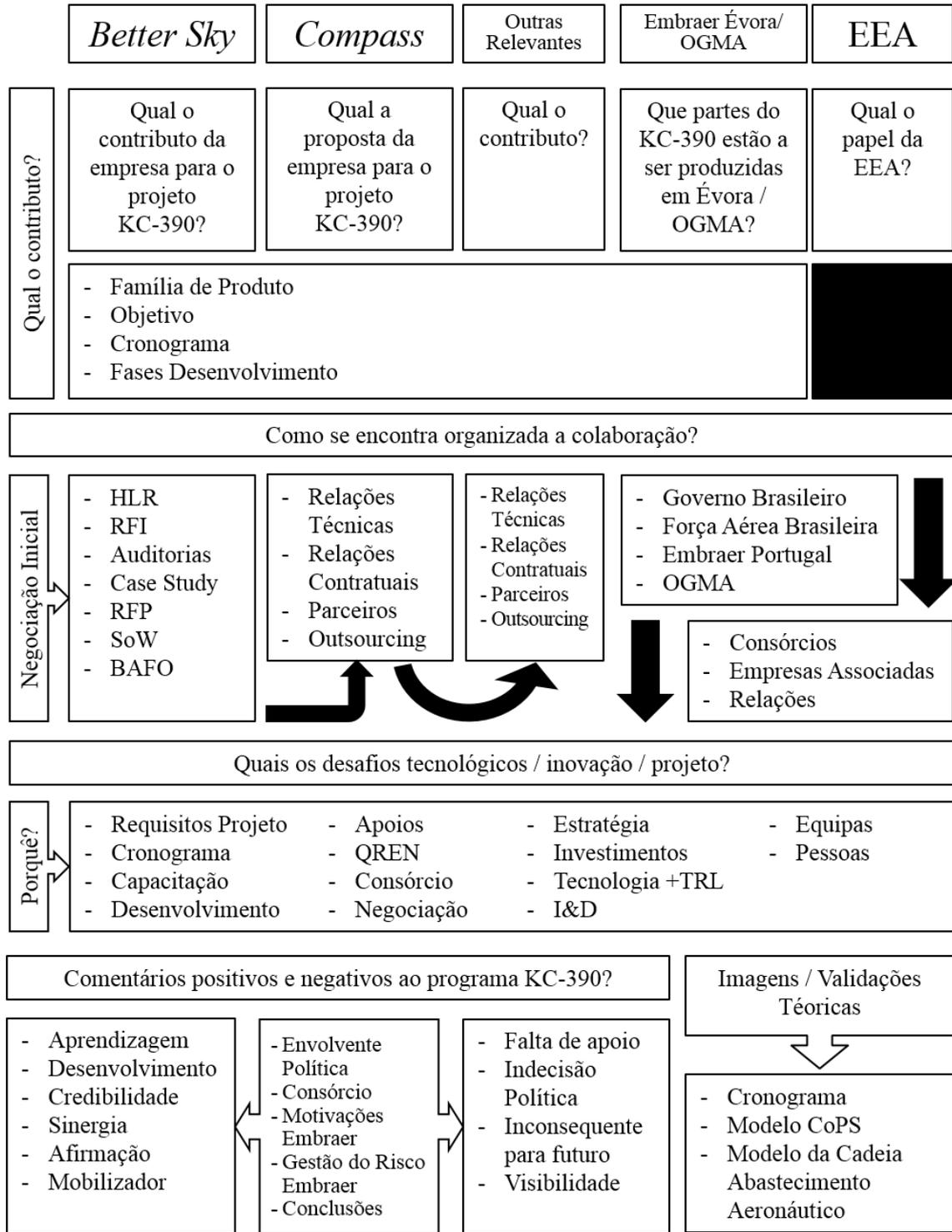
*⁴Encaminhou p/ Paulo Monginho (OGMA);

*⁵Observação direta: visita das instalações;

*⁶Consórcio *Aerotoooling*.

Anexo L

Tabela L – Guião das Entrevistas



Anexo M



Figura M – Desenho KC-390 (defesanet, 2013)

Anexo N



Figura N – Parcerias e Intenções de Compra (defesanet, 2013)

Anexo O

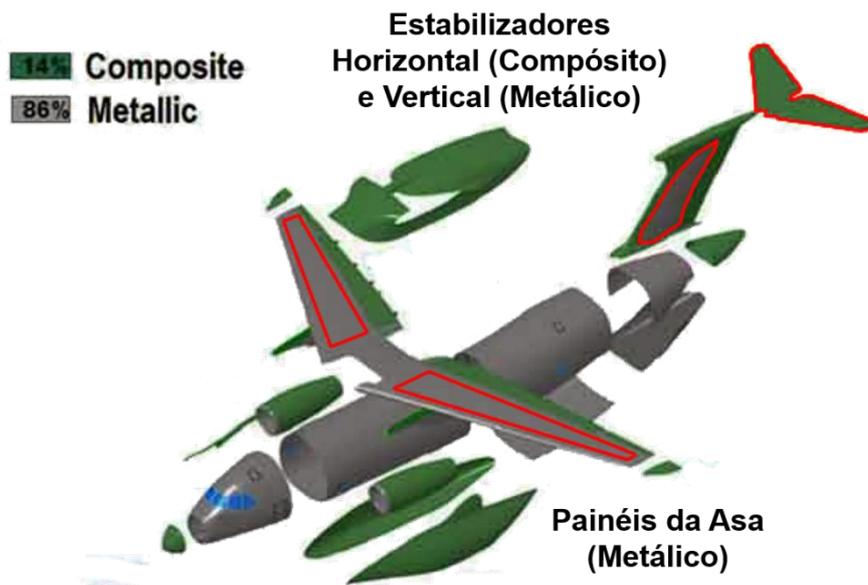


Figura O – Participação KC-390 Embraer Évora (defesanet, 2013) (legenda do autor)

Anexo P

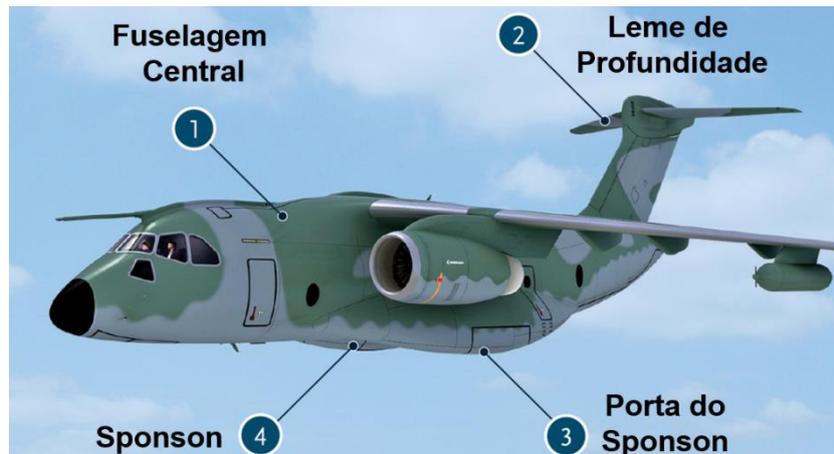


Figura P – Participação KC-390 OGMA (OGMA, 2014) (legenda do autor)

Anexo Q

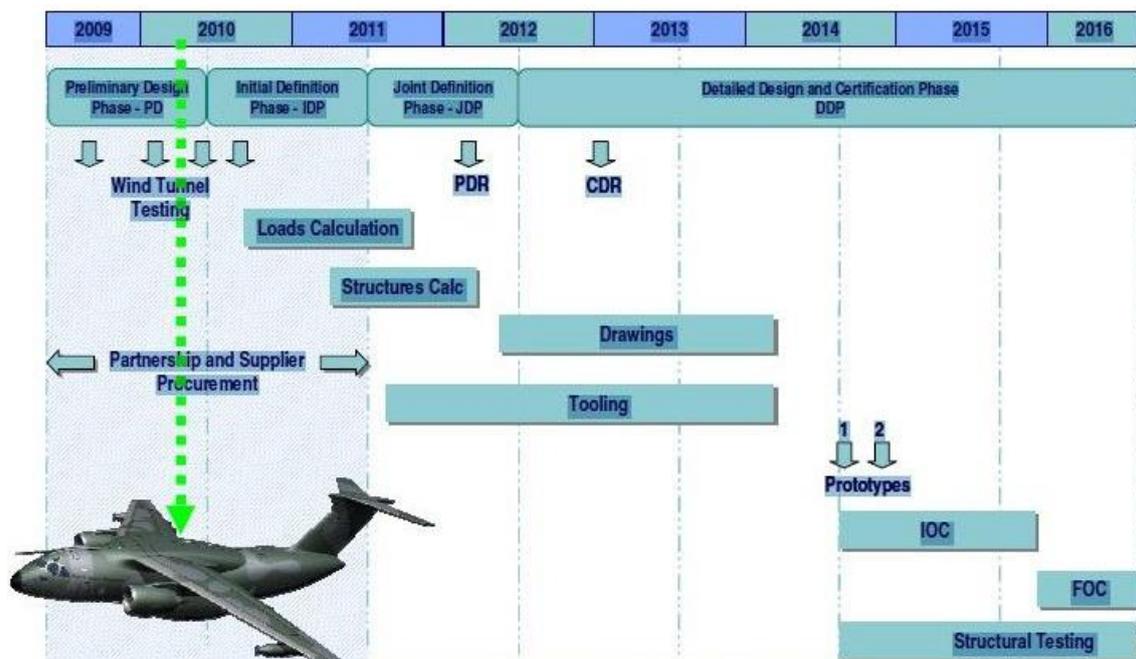


Figura Q – Master Schedule KC-390 March 2010 (defenceforumindia, 2014)

- | | |
|--|---|
| (1) Preliminary Design Phase (PDP) | (10) Drawings |
| (2) Wind Tunnel Testing | (11) Detailed Design and Certification Phase (DDP) |
| (3) Partnership and Supplier Procurement | (12) Critical Design Review (CDR) |
| (4) Initial Definition Phase (IDP) | (13) Prototypes (<i>output da</i> Final Assembly Line – FAL) |
| (5) Loads Calculation | (14) Structural Testing |
| (6) Structures Calculation | (15) Initial Operational Capabilities (IOC) |
| (7) Joint Definition Phase (JDP) | (16) Final Operational Capabilities (FOC) |
| (8) Tooling | |
| (9) Preliminary Design Review (PDR) | |