

Ana Cristina Veloso Luís

Licenciada em Engenharia Aeroespacial – Ramo Aviónica



Um percurso profissional no desenvolvimento e gestão de sistemas aeronáuticos

Relatório nos termos do Despacho nº 20/2010 para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, por licenciados “pré-Bolonha”

Orientador: Professor Rui Neves Silva, Associate Professor, Faculdade de Ciências e Tecnologia of Universidade Nova de Lisboa - FCT / UNL (Departamento de Engenharia Electrotécnica)

Júri:

Presidente: Prof. Paulo Montezuma

Arguentes: Prof.^a Anabela Pronto

Vogais: Prof. Rui Neves Silva

Maio, 2021



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Relatório de atividade profissional

Relatório nos termos do Despacho nº 20/2010 para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, por licenciados “pré-Bologna”

Copyright © Ana Cristina Veloso Luís, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Aos meus filhos Gaspar e Joana

Agradecimentos

Este documento não existiria se não fosse a FCT, e é por esta instituição que inicio os meus agradecimentos. Aqui me foi dada a oportunidade que nestas folhas toma forma e que se traduzirá na progressão das minhas habilitações académicas. Através do Programa "Para Ser Mestre", a FCT reforça a sua universalidade e igualdade de oportunidades.

Ao meu orientador, Professor Rui Neves Silva, pela sua grande sensibilidade e apoio incisivo que deu a este processo uma outra dimensão de eficácia e significado.

Ao IST, o meu agradecimento por me ter proporcionado a formação de qualidade e rigor que me permitiu alcançar o percurso profissional que aqui se expõe à avaliação e que sempre me deu a confiança necessária para abraçar os desafios que se foram sobrepondo nestes quase 20 anos de carreira profissional.

Aos meus chefes Stephan, Michael, Jean-Marc, Richard, Corinne, Siego e Conno por nunca se terem negado a um bom desafio criativo.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram de forma incondicional em todas as minhas decisões, em todos os meus sucessos e tropeções, e que providenciaram as condições necessárias para a minha autonomia e realização.

Ao Torsten, por ter sido o meu companheiro de percurso.

Ao meu Filho Gaspar, por ser o meu maior fã, e à minha Filha Joana, por ser o meu maior desafio. Aos dois, por me ensinarem tudo aquilo que não se aprende nos livros.

Resumo

Este documento constitui o Relatório de atividades nos termos do Despacho nº 20/2010 para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, perfil Decisão e Controlo, para Licenciados “Pré-Bolonha”.

Nele é apresentado o meu percurso académico e profissional, com o relato das responsabilidades e tarefas desempenhadas em cada função e o desenvolvimento da respetiva experiência profissional. Em particular, optou-se por desenvolver o tópico da certificação aeronáutica no contexto do projeto A400M.

Ao longo do percurso profissional apresentado pode ser observado o desenvolvimento de competências alargadas na área de gestão de equipas e projetos, desenvolvimento e integração de sistemas críticos complexos, gestão de configuração e certificação de sistemas aeronáuticos, auditoria de processos operacionais e industriais e desenvolvimento e gestão de estratégias comerciais. Este percurso termina, de forma muito natural, na utilização das competências adquiridas ao ensino e aplicações de sustentabilidade de produção agrícola.

Palavras-chave: Aeronáutica, Aeroespacial, Certificação, Gestão de Projeto, Gestão de Equipas, Desenvolvimento de Sistemas, Integração de Sistemas, Gestão de Configuração, Auditoria operacional.

Abstract

This document presents the Activity Report in accordance with Order N°. 20/2010 for obtaining a Master's degree in Electronic's Engineering, Control Systems' minor, by a "*pre-Bologna*" graduated student.

It presents my academic and professional experience, with a detailed report of functions, responsibilities and tasks performed in each step of my professional career development. In particular, the topic of aeronautical certification is presented in a separate section, based on the A400M project.

The presented professional path shows evidence of extended knowledge and skills development in the areas of project and people's management, critical systems' development and integration, configuration management, aeronautical systems' certification, audit of industrial and operational processes and strategic management. This career path ends with the application of the life-long acquired skills in the area of training and permaculture design for sustainable agriculture.

Keywords: Aeronautics, Aerospace, Certification, Project Management, People's Management, Systems' Development, System's Integration, Configuration Management, Operational Audit.

Conteúdo

RELATÓRIO DE ATIVIDADES ACADÉMICAS.....	1
RELATÓRIO DE ATIVIDADES PROFISSIONAIS.....	5
2.1 ESTÁGIOS PROFISSIONAIS.....	6
2.2 EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL.....	13
2.3 PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA.....	34
NOTAS FINAIS.....	43



Relatório de Atividades Académicas

Esta primeira secção do relatório de atividades apresenta a descrição do meu percurso académico. Outras formações profissionais são apresentadas como parte integrante das aprendizagens de cada uma das atividades profissionais descritas na segunda secção deste relatório.

Setembro 1997 - Setembro 2002

Licenciatura Pré-Bolonha em Engenharia Aeroespacial, no Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal

Frequência dos três primeiros anos letivos do curso de engenharia aeroespacial, com especialização ao nível do 3º ano, no ramo de aviónica.

Selecionada para participar no programa ERASMUS no 4º e 5º anos.

Conclusão da licenciatura nos cinco anos previstos, com avaliação final de 15 valores.

Durante os três anos da minha presença no Instituto Superior Técnico, assumi a representação dos alunos do curso de aeroespacial no Concelho Pedagógico do IST e a presidência da APAE - Associação Portuguesa de Aeronáutica e Espaço, com sede em Lisboa.

Setembro 2000 - Setembro 2002

Programa ERASMUS 4º e 5º anos na École National Supérieure de L'Aéronautique et de L'Espace (SUPAERO), França

Nos dois anos de frequência da SUPAERO foi-me permitida a escolha personalizada dos cursos de 4º e 5º anos, que fiz de acordo com a estrutura do ramo de aviónica do IST, mas tendo em conta as especialidades do meu interesse: Controlo e Automatismos e Arquitetura de Sistemas Embarcados.

A formação nesta instituição de ensino superior francesa tem por base a colaboração de instrutores externos, vindos das diversas indústrias e laboratórios do país, ligadas à aeronáutica e ao espaço. Uma parte dos módulos lecionados referiram-se a casos de aplicação prática dos conteúdos segundo as normas da indústria. Airbus, Eurocopter, Ariane Espace, CNES e ONERA são alguns exemplos de participações no currículo de formação na SUPAERO.

Após o primeiro ano e, dados os resultados positivos dos vários alunos de ERASMUS do IST na SUPAERO, foi-nos autorizada a estadia por mais um ano e valeu ao IST um protocolo de duplo-diploma assinado entre as duas instituições.

Esta formação, pelo seu reconhecimento internacional, assim como, pela sua abordagem pragmática de ensino orientado às necessidades da indústria aeroespacial, apresentou-se como o complemento ideal ao estilo de ensino e rigor académico ministrado no IST.

Fevereiro - Maio 2002

Pós-Graduação em Engenharia e Gestão – DESIA Diplôme des Études Supérieures d'Ingénierie et des Affaires, École National Supérieure de L'Aéronautique et de L'Espace e École Supérieure de Commerce de Toulouse, França

No final do último ano académico na SUPAERO foi-me autorizada a participação, segundo seleção criteriosa, no programa de pós-graduação em engenharia e gestão.

Esta formação intensiva de duração de quatro meses, foi preparada com o intuito de dar aos engenheiros da SUPAERO conhecimentos e ferramentas práticas que pudessem prepará-los para um início de carreira orientado para a gestão de pequenas equipas de engenharia ou a integração em áreas como a banca ou a consultoria. Alguns dos conteúdos desta formação foram a gestão de projetos, auditoria, contabilidade, marketing, recursos humanos, internacionalização e geopolítica.

Esta formação nasceu da colaboração entre as duas *Grandes Écoles* de engenharia e comércio de Toulouse.

Setembro 2006 - Julho de 2008

Frequência do 1º e 2º anos da Licenciatura em Ciências Sociais, Universidade Aberta Portuguesa

A frequência do curso de Ciências Sociais teve como objetivo pessoal o desenvolvimento de conhecimentos gerais nas áreas de estudos do comportamento humano e social, assim como da compreensão de fenómenos culturais e geopolíticos. Curiosidade fruto da convivência em ambientes multiculturais diversos que me despertaram para os temas e que, de certa forma, constituíam desafios na minha vida cotidiana.

A entrada em vigor do processo de Bolonha, assim como a crescente exigência de responsabilidade e empenho profissional, levaram à decisão de suspender a minha formação-*hobby*, que decidi substituir por uma procura de formação autodidata.

Sem dúvida uma experiência muito válida que me sensibilizou e preparou para melhor lidar com muitos dos desafios profissionais que experienciei ao longo da minha carreira internacional.



Relatório de Atividades Profissionais

O primeiro contato com o ambiente profissional aeronáutico surgiu desde o primeiro ano acadêmico, através da minha ingressão na EUROAVIA (European Association of Aerospace Students) e subsequente participação em congressos e eventos internacionais, organizados pelos diversos grupos Europeus. Estes eventos, "*Fly-In*", proporcionaram oportunidades de visitas de estudo e *workshops* organizadas por diversas empresas da indústria aeronáutica e permitiram o acesso ao programa de estágio na Rolls-Royce Aviation, em Derby, Reino Unido, no verão de 2000.

Este envolvimento na associação EUROAVIA, desde cedo se mostrou como uma janela aberta para o mundo aeronáutico e motivou a minha procura por estágios profissionais e outras parcerias ao longo dos cinco anos de vida académica. Pude ainda desenvolver competências indispensáveis à minha evolução em ambiente internacional, nomeadamente, o domínio do Inglês, da comunicação e argumentação, assim como competências de gestão de pequenos projetos, como a de organização logística e financeira de eventos. Enquanto presidente do grupo local da Euroavia em Lisboa, fui responsável pela organização de uma viagem de estudo para alunos de Aeroespacial a Paris na Páscoa de 1999 e a organização de um "*Fly-In*" em Lisboa, no verão de 2000, em que recebemos cerca de 30 estudantes europeus durante uma semana de eventos profissionais e sociais.

2.1 Estágios Profissionais

Julho-Setembro 2000

Rolls-Royce Aviation, Derby, Reino Unido

Este estágio de verão realizou-se no departamento de sistemas de controlo motor FADEC (*Full Authority Digital Engine Control*) e focou-se em duas tarefas distintas: validação das especificações técnicas do controlador de um novo motor e a colaboração na definição de estratégias de Validação e Verificação (V&V) do departamento de controlo.

A. Contribuições

A primeira tarefa proposta neste estágio foi validação de especificações do FADEC do motor Tay 2000, motorização do Gulfstream G550, em serviço desde 2003. Esta validação consistiu em consolidar conteúdos das especificações técnicas de um motor Rolls-Royce precedente com novas especificações dedicadas ao modelo Tay 2000. A validação de especificações do ponto de vista de certificação, implicou a leitura cuidada e retificação de ambiguidades textuais, assim com as alterações adequadas ao novo motor em desenvolvimento.

Em paralelo, foi-me lançado o desafio de colaborar no estudo e definição de estratégia e metodologia de validação e verificação de especificações no âmbito da certificação do sistema FADEC do motor Trent 500, motorização do Airbus A380. Esta análise consistiu no estudo comparativo de diferentes abordagens metodológicas de validação e verificação (V&V), nomeadamente, "Spiral Model" vs. "V-Model". A Rolls-Royce adotou o ciclo em "V", que se tornou no standard da indústria aeronáutica e que é determinante no processo de certificação integrada de todos os equipamentos, sistemas e avião.

B. Aprendizagens

Nesta primeira experiência profissional de cerca de 10 semanas, desenvolvi o domínio da língua inglesa para um nível de utilização profissional e aprendi sobre a organização interna de uma grande empresa aeronáutica.

Do ponto de vista de conhecimento académico e profissional, desenvolvi um interesse particular na metodologia de V&V, que estava nos primórdios da sua implementação prática e que me acompanhou ao longo de quase 20 anos de indústria; foi também essencial para começar a aprendizagem do processo de certificação de equipamentos e sistemas aeronáuticos.

C. Resultados

Como primeira experiência, tornou-se uma referência do nível de exigência e cultura profissional, que me formatou na engenheira que sou hoje - uma cultura profissional orientada para a procura de soluções de problemas e não para a procura de responsáveis. Pude ainda constatar que a preparação académica de 3º ano que tinha até então, me habilitava perfeitamente ao nível de exigência da indústria aeronáutica.

Permitiu-me ainda desenvolver uma rede profissional que desencadeou uma relação de cooperação entre a Rolls-Royce e o IST, com a oferta de novos estágios profissionais para alunos de Engenharia Aeroespacial e uma oferta de emprego em 2004.

No fim do estágio de verão com a Rolls-Royce, ingressei no primeiro ano de ERASMUS na SUPAERO de Toulouse.

Abril-Junho 2001

Junior Enterprise SUPAERO, Toulouse, França – Derby, Reino Unido

Realização de um estudo de mercado da necessidade de tubagem metálica para consumo na indústria aeronáutica Europeia. Pesquisa realizada para a família de motores Rolls-Royce em serviço e em desenvolvimento.

A. Contribuições

Durante o 4º ano académico, primeiro na Supaero, candidatei-me para a realização de um estudo de mercado encomendado à Junior Enterprise da Supaero, pela Specitubes, Grupo Vallourec. O estudo pedido consistia em determinar ou estimar, a quantidade de tubagem metálica existente nos aviões Airbus em produção ou desenvolvimento, e respetivos motores. A empresa Specitubes produz tubagem metálica e pretendia na altura investir em nova maquinaria para aumentar a sua participação na indústria aeronáutica europeia. Para tal, necessitava de valores de comprimento por diâmetro, espessura, material, etc, de todas as tubagens contidas nos sistemas hidráulicos, ar condicionado, abastecimento e escoamento de águas do avião e da sua motorização.

O estudo foi distribuído entre 6 estudantes e foi-me atribuída a análise dos motores Rolls-Royce, devido ao contato recente com a empresa.

B. Aprendizagens

Nesta experiência aprendi muito sobre a arquitetura hardware dos motores a jato, adquiri compreensão na leitura de *drawings* técnicos, aprendi a utilizar as *pivot tables* em MSExcel© e fiz uma primeira aprendizagem na gestão de configuração de componentes aeronáuticos. Do ponto de vista das *soft skills* permiti-me o desenvolvimento da confiança comunicativa nas relações empresariais e na manutenção das relações informais nas empresas.

C. Resultados

Após primeiro contato telefónico, foi-me dado acesso total a toda a documentação técnica dos *drawings* dos motores T500, V2500 e T800 em Derby e em Toulouse, e com esta informação foi-nos possível produzir resultados ao milímetro. Infelizmente, o grupo de trabalho não conseguiu aceder a mais informação da parte da Airbus ou Snecma e os resultados foram extrapolados pelos meus. O reconhecimento da minha contribuição resultou num convite ao Salão Aeronáutico de Le Bouget e um agradecimento pessoal do CEO da Specitubes.

Maio 2002 - Abril 2003

Projeto Final de Curso, Fraunhofer Institut FIRST, Berlim, Alemanha

O estágio profissional no Fraunhofer FIRST teve como objetivo a realização do projeto final de curso de licenciatura Aeroespacial. O tema escolhido pelo instituto foi o estudo de um pré-protótipo de braço robótico de telemedicina - MaTeUS (*Manipulator for Tele-Ultrasound investigation*).

O cliente (*Charité Klinik, Berlin*) pretendia desenvolver um sistema de braços robóticos gémeos que funcionassem à distância segundo um modelo de *master-slave*, e que comunicasse, não só o movimento, mas também a força de *feedback*, 99som e imagem de vídeo e imagem de exame ultrassónico. O braço master seria controlado por um médico especializado em exames de ultrassom, num hospital de Atenas, enquanto o braço *slave* estaria com o paciente numa clínica de bairro, algures numa ilha distante, acompanhado de um enfermeiro e equipamento de imagem e som. Ambos os lados do sistema seriam ligados por uma conexão de satélite de baixa altitude, e comunicariam por *link UDP*.

A. Contribuições

Na ausência de financiamento adequado para a aquisição de material de construção do protótipo, o projeto desenrolou-se com a utilização de um braço robótico industrial, programável, de 8 graus de liberdade.

O meu trabalho consistiu em *i)* definir o modelo algébrico de matrizes de transformação do braço robótico, *ii)* desenvolver a aplicação de controlo remoto recorrendo à implementação do modelo de movimento definido, *iii)* definir e implementar o protocolo de comunicação UDP, *iv)* testar e demonstrar a viabilidade técnica do projeto e *v)* fazer uma análise financeira do projeto para apoiar pedido de financiamento por parte do cliente.

No final do projeto realizei uma demonstração do sistema ao cliente, que consistiu na manipulação do braço robótico industrial (*slave*) por meio de uma

simulação de software do braço *master*. Esta aplicação de software desenvolvida por mim, consistia numa interface visual para introdução de dados de movimento e na transmissão de comandos através de uma ligação *Ethernet* com protocolo UDP (*User Datagram Protocol*). O braço robótico *slave* estava equipado de um sensor de pressão de contato, cujos valores eram retransmitidos à aplicação de controlo, e visualizados na interface gráfica do programa.

Após o fim do projeto, fiquei mais uns meses no FIRST como engenheira I&D. Trabalhei no desenvolvimento de algoritmos para testes formais de software, em ambiente Linux; metodologia exigida na validação e verificação de aplicações *safety critical*, como é o caso de alguns sistemas aeronáutico, sistemas de controlo de centrais nucleares, equipamento médico de alta precisão, etc.

B. Aprendizagens

Durante os 10 meses em que colaborei com o Fraunhofer FIRST, aprendi na prática a modelação matemática do movimento do braço robótico, a programação de um robot industrial, a implementar o protocolo de comunicação UDP, a lidar com diferenças culturais e hierárquicas rígidas, a falar alemão, a trabalhar em ambiente Linux.

C. Resultados

Os resultados atingidos foram os possíveis dadas as limitações técnicas do robot disponibilizado pelo cliente e pela dificuldade de acesso ao modelo matemático do fornecedor do robot. Também a representatividade do modelo quanto ao tempo de resposta na transmissão de dados é questionável, visto a demonstração não ter usado uma ligação por satélite, como seria o caso da aplicação real. No fundo, o projeto, embora não tenha passado de uma fase muito preliminar TRL3 do objetivo final a ser implementado, atingiu os objetivos definidos de acordo os constrangimentos técnicos e financeiros impostos.

O desenvolvimento e respetivos resultados do projeto, assim como uma análise dos aspetos socioeconómicos do contexto apresentado pelo cliente, foram apresentados num relatório e sujeitos a avaliação por parte do professor orientador do projeto final de curso. Procedi também à sua apresentação presencial na SUPAERO, em Toulouse.

2.2 Experiência Profissional

Nesta seção apresento a descrição de todas as minhas experiências profissionais desde o final da licenciatura em Engenharia Aeroespacial até ao momento. Pela diversidade e extensão das atividades desenvolvidas, e de forma a responder aos objetivos definidos para este relatório de atividade, optou-se por apresentar uma das atividades com mais detalhe. A escolha recai sobre a colaboração no projeto de desenvolvimento e certificação do sistema de distribuição elétrica do avião Airbus A400M.

Abril 2003 - Outubro 2003

Engenheira de Sistemas Embarcados na Diehl Aerosystems, Alemanha

Fui recrutada como consultora do Grupo Altran para realizar um estudo de certificação denominado Análise de Falhas de Modo Comum, segundo a ARP4761. Este estudo é parte essencial da demonstração de fiabilidade e segurança da arquitetura de um sistema aeronáutico de DAL A e/ou B (*Design Assurance Level Catastrophic/Hazardous*), neste caso, a análise foi realizada no Sistema de Gestão de Abertura e Fecho das Portas e Slides do Airbus A380.

A. Contribuições

A Análise de Falhas de Modo Comum é normalmente baseada numa análise dita de *engineering judgement* e realizada de forma informal, mas tomei a liberdade de desenvolver um procedimento sistemático de forma a poder ser realizada sempre que houvesse alguma alteração na arquitetura do sistema e poder ser utilizada para qualquer outro sistema redundante.

Esta análise é baseada em todas as combinações identificadas na análise de Árvores de Falhas. O procedimento simples foi desenvolvido numa *macro* em MSEXcel©. Consistiu em analisar todos os eventos extraídos da árvore de falhas e identificar as portas lógicas AND que comparam ou filtram vários eventos idênticos. A *shortlist* de eventos comuns é depois analisada por um engenheiro de sistemas de forma a identificar se os eventos comuns são ou não realizados por componentes eletrónicos (ou outros) idênticos. O resultado final é uma sugestão de alteração de arquitetura ou de escolha de componentes diferentes.

Depois de terminada a missão para a qual fui contratada e dados os resultados positivos, fiquei a trabalhar na equipa de análise de fiabilidade de sistemas para desenvolver um protocolo formal de validação e verificação (V&V) das especificações em DOORS© (*Design of Object Oriented Requirements and Specifications*) para propósitos de certificação. Passei então ao desenvolvimento da personalização da ferramenta DOORS de acordo com a metodologia V&V aprendida durante a minha formação académica e baseada na experiência de estágio na Rolls-Royce.

B. Aprendizagens

Nos 6 meses de missão como consultora técnica na Diehl Avionics *i)* aprofundei na prática os meus conhecimentos teóricos de arquiteturas redundantes, *ii)* alarguei os meus conhecimentos sobre processos de certificação ao nível de sistema, *iii)* fiz a minha primeira experiência prática da utilização de metodologias de análise de segurança e fiabilidade de sistemas, tais como as árvores de falhas (*Fault Tree Analysis*), falhas de modo comum (*Common Mode Analysis*) e modos de falhas e efeitos e criticidade (*Failure Mode Effects and Criticality Analysis*).

C. Resultados

O desenvolvimento de um sistema de controlo quatro vezes redundante é um processo moroso e iterativo, em que em cada ciclo de integração se adicionam especificações novas. Daí a grande importância de tornar este procedimento

em algo sistemático e reproduzível. Tanto a análise como o procedimento que lhe deu origem foram aceites na integra pelas autoridades de certificação aeronáutica Europeia (*European Aeronautical Safety Agency*) e continuam a ser usados por este fornecedor de equipamentos aeronáuticos ditos *safety critical*.

Esta experiência proporcionou ainda uma oportunidade de usar o meu espírito de iniciativa e capacidade analítica para pesquisar e desenvolver na prática e de forma sistemática, um tema até então de carácter académico. Uma abordagem metodológica surgiu mais tarde na indústria com o paper *Klim, Z. and Balazinski, M., "Methodology for the Common Mode Analysis," SAE Technical Paper 2007-01-3799, 2007.*

O procedimento de V&V por mim desenvolvido em *DOORS* foi usado por todas as equipas de *design* sistema, *Hardware* e *Software*, assim como as equipas de industrialização e produção. Permitindo, desta forma, *cross-checks* interdisciplinares e entre níveis de desenvolvimento e integração, incluindo resultados de testes, e facilitando a demonstração da *reliability and safety analysis* do sistema perante as autoridades de certificação aeronáutica (*EASA* e *FAA*).

Outubro 2003 - Dezembro 2005

Engenheira de Sistemas de Navegação na Honeywell Regelsysteme, Alemanha

A equipa de sistemas de navegação inercial da Honeywell Regelsysteme, em Maintal, na Alemanha, propôs-me o desafio de desenhar a arquitetura de um novo sistema *low-cost* de aplicações militares - TALIN500. Sendo a Honeywell líder de mercado dos sistemas de navegação baseados em *IMUs* (Inertial Measurement Unit) laser, pretendia desenvolver um sistema de "menor" precisão para competir na linha de entrada de gama, até então somente capacitada de informação 2D.

A. Contribuições

A utilização de uma *IMU* americana de utilização militar na ausência de *military clearance*, impediu a minha participação no desenvolvimento do algoritmo de navegação protagonizado por um Filtro de *Kalman*, como era previsto inicialmente.

A minha participação no projeto orientou-se então para *i)* a arquitetura HW e SW, *ii)* especificações de interfaces de comunicações internas e externas à central de navegação, *iii)* apoio à integração dos dispositivos externos (*MMI* e sensores GPS e tacómetro), *iv)* desenvolvimento de aplicativo de recolha de dados de teste para otimização do filtro de Kalman, *v)* realização de testes de qualificação ambiental e *test-drives* de verificação do sistema e por último, *vi)* representação técnico-comercial em demonstrações do sistema com clientes potenciais.

B. Aprendizagens

Nesta experiência profissional pude acompanhar um projeto industrial de A a Z: da fase de design à industrialização, passando pela definição, realização e análise de resultados de testes, foi uma experiência intensa e enriquecedora.

Não só importante foi a aprendizagem técnica, mas também todo o conhecimento cultural associado à língua alemã, aos processos e qualidade de trabalho, à dinâmica da equipa, ao contacto com clientes militares e internacionais, ao sentido que esta empresa dá à responsabilidade individual de cada colaborador, ao envolvimento nos processos comerciais, entre outras.

Durante os três anos de colaboração com a Honeywell realizei uma formação profissional de FMECA e obtive o certificado *6 Sigma Green Belt*, sendo a minha colaboração para o projeto final, a realização da *FMECA* do sistema Talin500.

C. Resultados

A minha participação na campanha com as Forças Armadas Australianas em Darwin, resultou num contrato de aquisição de 1000 sistemas Talin500, sendo assim alcançado o *ROI (Return On Investment)* deste projeto com o primeiro contrato e garantindo a atividade da nossa linha de produção durante os 5 anos subsequentes.

Janeiro 2006 – Novembro 2008

Engenheira de Sistemas Aeronáuticos na Airbus France, França

A minha colaboração na Airbus France começou no Departamento de Eletricidade, em Toulouse, onde integrei a equipa do PEPDC (*Primary Eletrical Power Distributon Center*) do Airbus A400M, avião de transporte civil e militar.

A. Contribuições

Numa equipa de cinco engenheiros, fui responsável pela gestão técnica da arquitetura de software embarcado no sistema de distribuição elétrica primária. Esta tarefa incluiu *i)* a especificação a nível sistema das funções de controlo das cargas elétricas primárias, *ii)* da função BITE integrada a nível avião através da comunicação no Bus de dados *AFDX*, *iii)* das interfaces do sistema *iv)* da definição de estratégia, design e acompanhamento da gestão de configuração (sistema, equipamentos, componentes elétricos, eletrónicos e de software), *v)* da especificação dos testes de integração laboratorial (A/C0 "*iron bird*") e em voo (*Flight Test Instrumentation*) e *vi)* acompanhamento do desenvolvimento dos diversos módulos de software embarcado, realizado pelo fornecedor, e respetivo V&V de forma a garantir a certificação do sistema.

B. Aprendizagens

A aprendizagem desta experiência profissional foi muito além dos temas técnicos listados anteriormente. Uma empresa como a Airbus France tem uma cultura própria e a dimensão de uma estrutura de grande inércia.

Foi preciso trabalhar nas relações interpessoais e no desenvolvimento da criatividade para resolver conflitos quotidianos entre departamentos ou discussões contratuais com o fornecedor; encontrar soluções aos problemas técnicos quase sempre associados às interfaces entre diferentes equipamentos e sistemas,

desenvolvidos em diferentes países; aceder aos recursos partilhados necessários à concretização das tarefas inerentes ao projeto; compreender o impacto e contrapartidas de cada decisão individual, no conjunto do programa e na certificação do avião.

A minha experiência na Airbus France foi, no seu melhor, uma referência de qualidade, rigor e inovação tecnológica, de vanguarda dos processos de desenvolvimento e industriais, um ambiente de contínua criatividade e crescimento de valor. Mas foi também uma experiência com grandes desafios humanos e de integração.

Durante a minha colaboração no departamento de eletricidade pude ainda concluir duas formações profissionais na área de gestão de conflito, argumentação eficaz e gestão de projetos.

C. Resultados

Nos três anos de colaboração no projeto foi possível levar o sistema à maturidade necessária para realizar o primeiro voo sem alertas disruptivos no cockpit. Um grande passo relativamente à realidade do PEPDC do Airbus A380, em fase de industrialização.

Também digno de mencionar, foi o sucesso partilhado com o fornecedor dos equipamentos do PEPDC que fez a sua primeira experiência de desenvolvimento para a Airbus France, e que precisou de formação, coordenação e apoio contínuos para alcançar o nível de qualidade de processos e produto necessários à certificação do sistema elétrico do Airbus A400M, definido como safety critical (Design Assurance Level A). Sendo a minha contribuição focada, mas não limitada, aos workpackages de software de controlo do PEPDC.

Por último, este projeto e toda a equipa da ATA24 (Sistemas Elétricos), foram galardoados com um prémio de inovação tecnológica Airbus Innovation Award pela sua arquitetura plug-and-play. Esta inovação consiste na possibilidade de configurar o sistema elétrico do avião de acordo com as cargas elétricas

necessárias à sua missão, e.g. Medevac ou cargo, sem exigir uma alteração ao type certificate do mesmo.

Novembro 2008 - Dezembro 2010

Auditor Operacional Sênior no Grupo Airbus, Airbus Central Entity, França

A minha integração na equipa de Auditoria Interna do Grupo Airbus foi um movimento estratégico de carreira e uma oportunidade de adquirir perspectiva no contexto alargado do Grupo Airbus. Que importância teriam os desafios que até então me iam sendo colocados a um nível de projeto, para o Grupo? Afinal os desafios são todos relativos, assim como a importância que lhes atribuímos.

A. Contribuições

A equipa de auditoria interna era constituída por cerca de 20 colaboradores, de diversas áreas, como engenharia, finanças, comercial, legal e informática, e funcionava na base de missões de cerca de 4 meses, realizadas em grupos de 2 a 4 elementos dos diversos domínios. As missões eram definidas de acordo com um plano interno de controlo de gestão de risco, criado segundo as leis internacionais de *compliance* e anticorrupção (*Sarbanes-Oxley SOX, 2002*). A minha afinidade com o ambiente de projetos e engenharia, garantiu-me uma posição no domínio da Auditoria Operacional.

Os resultados das auditorias eram apresentados num relatório conciso de *findings* e respetiva qualificação de acordo com a importância e nível de risco para o Grupo Airbus. Este relatório era destinado ao CEO do Grupo, assim como aos Diretores das Divisões ou Subsidiárias do grupo, sob escrutínio.

No final de cada missão, a equipa de trabalho apresentava presencialmente os resultados preliminares aos interessados, de forma a permitir que estes fossem refutados antes de serem comunicados aos superiores. Parte do trabalho da equipa de auditoria, consistia também no acompanhamento da implementação das ações corretivas identificadas no relatório e apoiadas pelo CEO da Airbus.

As auditorias por mim realizadas durante este período de colaboração foram essencialmente auditorias de processos e funções fundamentais do Grupo, tais como *i)* Verificação de implementação de controlo interno no cumprimento legal de processos de gestão de risco e anticorrupção em subsidiárias do Grupo, *ii)* avaliação de riscos de negócio, *iii)* verificação do controlo de gestão de grandes projetos de desenvolvimento como o Airbus A400M, o Airbus A350 e o Eurocopter NH90.

B. Aprendizagens

Durante os 2 anos de colaboração, fui o elemento mais jovem de uma equipa essencialmente composta por elementos sénior. Essa diferença de idade e experiência forçou um desenvolvimento acelerado de maturidade de trabalho, de um grande sentido de responsabilidade e proporcionou um ambiente de aprendizagem extremamente exigente e variado, visto que as equipas de trabalho eram normalmente mistas e os prazos de entrega, assim como as consequências dos *findings* reportados, extremamente importantes para os resultados públicos do Grupo.

As competências desenvolvidas mais valorizadas durante este período foram *i)* a escuta ativa, *ii)* a análise crítica, *iii)* a objetividade e capacidade de síntese, *iv)* a comunicação escrita e oral ao mais alto nível hierárquico.

Durante o período na equipa de auditoria, participei em vários seminários de auditoria e realizei 2 formações profissionais na área da gestão de equipas e de auditoria de processos industriais e comerciais (*Managing Individuals and Teams and Effective Interpersonal Communication, ESC Toulouse; Auditing Major Processes of Industrial and Commercial Activities, IFAC*).

C. Resultados

O ponto mais alto da minha carreira de auditora foi a apresentação em primeira linha dos resultados da auditoria aos processos responsáveis pelas perdas

e atrasos do programa Airbus A400M ao CEO da Airbus. Esta auditora foi realizada em tempo record de 2 meses por uma equipa alargada de 8 elementos, distribuídos por 4 países Europeus e sob a pressão externa dos países clientes. Eu fui escolhida para partilhar a responsabilidade da apresentação presencial dos *findings* com um colega de equipa, devido à credibilidade que me foi atribuída pela minha hierarquia perante o domínio do tema e postura de liderança demonstrada durante a missão.

Maio 2012 - Junho 2015

Gestão de Programa na B/E Aerospace – Encastráveis de Cabine, Holanda

Iniciei a minha colaboração com a empresa B/E Aerospace (atualmente Collins Aerospace, do Grupo Rockwell Collins) no recém-criado departamento de Gestão de Programas. A B/E Aerospace é *número um* mundial de equipamentos de cabine; em particular, em Nieuwegheijn, na Holanda, eram desenvolvidos, produzidos e mantidos encastráveis de cabine, como fornos, máquinas de café e cafeteiras de uso aeronáutico.

A. Contribuições

O primeiro ano desta equipa de 3 elementos consistiu *i)* no levantamento de todos os projetos em desenvolvimento na empresa: identificação de objetivos, responsável, recursos, criticidade e data limite de entrega, *ii)* definição e aceitação interna de processos de gestão de projeto, *iii)* proposta de reorganização departamental para a implementação eficaz dos novos processos e *iv)* seleção e priorização de projetos.

Uma vez estabelecidas as prioridades dos projetos de produtos em desenvolvimento (*New Product Development*) e em serviço (*Sustaining Projects*), foi distribuída a responsabilidade de gestão dos mesmos aos membros da equipa, cabendo-me a mim a gestão da carteira de projetos de melhoramento de fiabilidade e recertificação aeronáutica, de produtos em serviço.

As minhas responsabilidades resumiam-se *i)* à gestão operacional de equipas multidisciplinares de cerca de 30 FTE (*Full Time Employee*), *ii)* à gestão de custos e duração dos entregáveis dos projetos, e *iii)* à gestão de projetos utilizando software específico de gestão de portfólios *PPM Primavera P7*.~

B. Aprendizagens

Os cerca de 2 anos e meio de trabalho no departamento de programas, permitiu-me adquirir um conhecimento detalhado de todos os passos dos processos de *redesign* e recertificação dos produtos: *i)* diagnóstico de falhas identificadas pelos clientes, *ii)* análise e proposta de alteração de design (HW, SW, design mecânico, material, etc.), *iii)* *redesign* do produto, *iv)* testes de verificação, *v)* testes de qualificação e recertificação, *vi)* *procurement* de fornecedores, *vii)* acompanhamento de industrialização, *viii)* controlo de qualidade e *ix)* gestão de configuração em produção.

A introdução da ferramenta informática Primavera P7 na gestão de portfólios também constituiu um desafio e uma aprendizagem estruturante.

C. Resultados

Com este conhecimento foi-me possível desenvolver processos estandardizados e fazer uma gestão de projetos sistemática e determinista. Os projetos começaram finalmente a ser entregues dentro do tempo, com resultados técnicos capazes de satisfazer o cliente, os recursos foram sendo atribuídos de acordo com prioridades definidas pela Direção e de acordo com critérios pré-definidos, o índice de frustração das equipas foi reduzido drasticamente.

No final da minha passagem pelo departamento de programas todos os projetos ativos tinham recursos atribuídos, planeamento contínuo e *reporting* formal e regular de *KPIs* (*Key Performance Indicators*).

Julho 2015 - Fevereiro 2016

Engenheira Líder em Equipa de Projetos de Sustentabilidade na B/E Aerospace, Holanda

Um dos resultados do trabalho realizado pelo novo departamento de programas foi a criação de uma equipa de engenharia dedicada aos projetos *sustaining*. Ao fim de um ano em funcionamento, fui convidada para assumir a liderança desta equipa multidisciplinar, constituída por 14 engenheiros divididos em especialidades de *design* de eletricidade, mecânica, eletrónica e software embarcado.

A. Contribuições

As minhas responsabilidades compreenderam *i)* a qualidade das soluções técnicas, *ii)* o planeamento das atividades operacionais, *iii)* o relatório de resultados, *iv)* a formação e desenvolvimento dos membros da equipa, *v)* a definição e implementação de tarefas estandardizadas, *vi)* os processos de controlo de qualidade, *vii)* a interface com fornecedores para garantir os melhores resultados para os clientes, *viii)* a coordenação técnica de investigação e diagnóstico de falhas dos sistemas em serviço, *ix)* de campanhas de teste e validação de diagnóstico e *x)* respetivas soluções técnicas.

B. Aprendizagens

A minha aprendizagem durante o ano e meio de dedicação a esta equipa foi particularmente importante a nível da gestão e desenvolvimento de pessoas e nas metodologias de gestão de tarefas operacionais.

A gestão de pessoal incluiu a realização da matriz de competências, planeamento de formações individualizadas, criação de um programa de formação integrada dos engenheiros na oficina de manutenção e integração dos objetivos

da Direção a nível individual com quantificação e respetiva avaliação de performance anual.

A gestão de tarefas dos projetos em portfólio foi realizada com metodologias de gestão visual em *stand-up meetings*, e aplicação de princípios *Kaizen*, como a gestão de conflitos com recurso à escalação hierárquica diária e medição de *KPIs* adaptados.

A reorganização da estrutura interna sofrida pela empresa, permitiu também a aprendizagem de processos de geração, gestão e aceitação da mudança em contexto empresarial. Esta foi acompanhada por inúmeras ações de formação, sessões de *brainstorming* e *process mapping*.

Durante a minha colaboração na B/E Aerospace pude ainda realizar diversas formações profissionais da metodologia *Kaizen* com aplicação imediata, tais como *PPS (Practical Problem Solving, 5-Whys)*, *A3 form* e *5S*.

C. Resultados

A minha intervenção na equipa de *Sustaining Engineering* levou a um claro aumento da auto responsabilização dos indivíduos no contexto da equipa e projetos, com consequências na melhoria da estimativa individual das tarefas e consequente realismo no planeamento de cada projeto. Também permitiu uma melhoria na gestão dos recursos humanos e materiais, como a ocupação do laboratório e a integração das soluções técnicas no planeamento dos outros departamentos.

Os resultados óbvios deste trabalho de gestão de mudanças de processos e comportamentos, manifestaram-se com projetos finalizados dentro dos objetivos e com a satisfação e reconhecimento por parte da direção do Grupo e dos clientes beneficiários. A título pessoal, resultou no convite para liderar um novo departamento de *Sustaining* a ser criado da junção das equipas de Metodologia *8D* e *Sustaining Engineering*, ou seja, a concretização da visão estratégica definida cinco anos antes no departamento de Programas.

Março 2016 - Junho 2017

Diretor de Desenvolvimento na KP Air Division, Kontraproduções, Lda, Torres Vedras

A mudança radical que constituiu o meu retorno a Portugal, apresentou inúmeros desafios à minha criatividade e maturidade emocional. A gestão de expectativas quanto à minha integração profissional no contexto industrial aeronáutico Português não eram grandes, mas as dificuldades de adaptação à cultura de trabalho foram maiores do que as esperadas. Decidi então colaborar num projeto familiar com a criação de um novo departamento na empresa Kontra Produções.

A. Contribuições

As minhas responsabilidades neste projeto experimental foram o desenvolvimento estratégico e o crescimento de carteira de clientes na área de soluções publicitárias e de marketing para o mercado de aviação civil nacional e internacional.

A minha contribuição no projeto como diretora para o desenvolvimento da *KP Air Division* cessou após uma análise detalhada do mercado e contexto legal de certificação para aviação civil.

O desenvolvimento desta divisão de negócio dependeria da integração de um departamento de engenharia com competências de certificação na estrutura da empresa. O investimento associado à contratação dos recursos humanos qualificados e às certificações de qualidade de processos da empresa, não justificava o retorno estimado, visto haverem poucas sinergias com o *core business*. Este departamento continua a produzir para as companhias aéreas nacionais, com apoio legal de certificação em subcontratação.

B. Aprendizagens

Nesta experiência estabeleci contatos com o mercado da aviação nacional, aprendi os processos de desenvolvimento, produção e aplicação de autocolantes publicitários num contexto aeronáutico, compreendi o processo de certificação de manutenção aeronáutica em contexto operacional das companhias aéreas *vs.* as minhas experiências anteriores de contexto industrial de desenvolvimento de produto.

C. Resultados

O retorno foi positivo, com a realização de alguns projetos importantes com a EUROATLANTIC e a TAP AIR Portugal, desenvolvendo novas ou cimentando relações comerciais já existentes. A minha participação deu credibilidade técnica e confiança por parte dos clientes, desmistificando a utilização desta tecnologia (vinyl *vs.* pintura) em contexto de aviação civil, e demonstrando a adequação dos materiais e processos de aplicação às exigências de certificação aeronáutica.

Junho 2017 - Fevereiro 2018

Relações Internacionais e Gestão de Projeto na UAVision – Engenharia de Sistemas, Lda, Torres Vedras

A minha colaboração com a UAVision partiu de um convite *alumni* para apoiar os novos projetos internacionais que a empresa acabara de ganhar com a EMSA (*European Maritime Safety Agency*).

Os dois projetos contratados com a EMSA levaram ao desenvolvimento de duas novas aeronaves não tripuladas (drones) para observação e vigilância marítima. Os projetos eram ambos em parceria com a Força Aérea Portuguesa e a empresa Deimos.

A. Contribuições

A minha colaboração consistiu na elaboração de plano detalhado do desenvolvimento dos dois projetos, assim como a gestão dos mesmos em interface com os parceiros comerciais e o cliente. Fui também responsável pela elaboração de documentos de especificação e manuais de utilização do sistema, exigidos por contrato, assim como a organização logística de testes de voo em zona aérea portuguesa.

Em paralelo, trabalhei *i)* na estratégia de desenvolvimento comercial, *ii)* na preparação de propostas comerciais, *iii)* no apoio técnico de contratos com clientes e parceiros internacionais, e *iv)* na gestão de projetos enquadrados nos sistemas de apoio EERGrants, P2020 e FCT Awards, nomeadamente preparação de candidaturas e relatórios técnicos e financeiros.

B. Aprendizagens

Aprendi sobre a estrutura de projetos e candidaturas EERGrants, P2020 e FCT Awards e aprofundei os meus conhecimentos técnicos do design de sistemas de drones.

C. Resultados

Apliquei a minha experiência internacional para *i)* desenvolver novas parcerias com empresas internacionais de equipamento de vigilância (*e.g.* sistemas de radar e telecomunicações por satélite), *ii)* desenvolver novas parcerias com uma subsidiária do Grupo Airbus, com atividade no ramo dos drones, *iii)* melhorar a experiência de clientes internacionais na relação com os nossos produtos e *iv)* agilizar as relações com os parceiros nacionais (Universidades, IPMA, FAP, Embraer, Deimos e CEEIA).

Desde Outubro 2018

Instrutora Teórica na AWA, Aeronautical Web Academy – Academia de Aviação Civil, Lisboa

A minha colaboração com a AWA remonta a outubro de 2018, ano em que o número de inscrições no curso de ATPL (*Airline Transport Pilot Licence*) ultrapassou as expectativas da escola e foi necessário recrutar mais instrutores teóricos para lecionar às duas turmas em regime diurno.

A. Contribuições

A minha formação académica e experiência profissional, assim como o CCP (Certificado de Competências Pedagógicas) completado no início do mesmo ano, habilitaram-me a lecionar os cursos de Eletricidade, Princípios de Voo, Instrumentação, Propulsão e Sistemas, inseridos no currículo de formação de Pilotos de Linha Aérea.

B. Aprendizagens

Esta experiência tem-se revelado extremamente enriquecedora do ponto de vista de crescimento pessoal. Os conhecimentos técnicos adquiridos durante a licenciatura ganharam uma nova perspetiva de aplicação prática e pedagógica. "Saber" e "ensinar o que se sabe" são coisas muito distintas, especialmente quando se tem um público alvo tão variado - idade, experiência profissional, formação, maturidade e motivações diferentes.

Pude passar à prática toda a teoria pedagógica de planeamento e comunicação da matéria adquirida na formação do CCP, e transmitir conceitos e valores de responsabilidade individual desenvolvidos ao longo de quase duas décadas de experiência profissional na indústria aeronáutica, que considero indispensáveis na profissão de piloto.

Nesta experiência pude ainda aprender sobre o processo de formação, avaliação e certificação de pilotos de linha aérea imposta pelas autoridades de certificação aeronáuticas. Além disso, adicionei ao meu conhecimento aeronáutico uma outra perspectiva operacional, que é a do utilizador dos sistemas, alguns dos quais, desenvolvidos com a minha humilde colaboração.

C. Resultados

É recompensador saber que o conhecimento adquirido na minha carreira pode ser usado na formação de tantos jovens adultos.

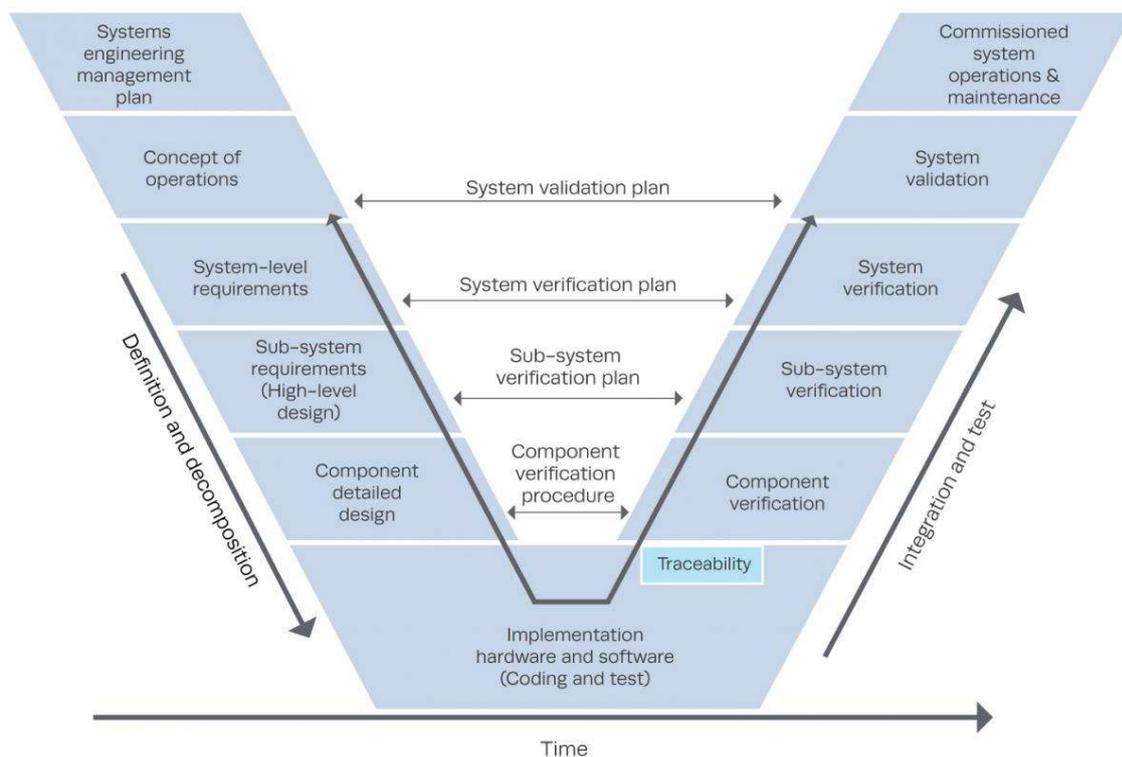
Se os resultados de um professor tiverem por base os resultados dos seus alunos, posso considerar esta experiência muito positiva. Os resultados dos exames na ANAC (Agência Nacional de Aeronáutica Civil) dos alunos da AWA são, na sua maioria, exemplares.

Até ao momento, nenhuma das minhas turmas atingiu ainda a fase de atribuição de "Asas", mas aguardo esse momento com grande expectativa.

2.3 Processo de Certificação Aeronáutica

A certificação aeronáutica passa pela demonstração da fiabilidade da arquitetura avião. Esta fiabilidade, que deve resistir à combinatória de erros técnicos, ambientais ou humanos, de probabilidade inferior a 10^{-9} , é distribuída em forma de especificação técnica a cada sistema, subsistemas, equipamentos, ...até ao nível de componente eletrónico, que por sua vez, devem apresentar provas da sua demonstração.

A forma como a indústria aeronáutica implementou esta exigência e consegue, em cada novo modelo de avião, demonstrar a fiabilidade exigida pelas autoridades de certificação, é através de um processo sistemático de alocação e derivação das especificações de alto nível até ao nível mais baixo de implementação (eletrónica, software); seguido de um remontar de testes de integração, do nível mais baixo ao mais alto nível de sistema. A este processo chamamos de



Ciclo em "V", ou V&V, de Validação e Verificação. A figura ilustra este modelo, mas existem muitas variantes do mesmo.

De forma a garantir um controlo (*traceability*) total destas especificações, assim como da respetiva validação e verificação, a indústria aeronáutica adotou o sistema DOORS© (*Design Object Oriented Requirements and Specifications*) como standard. Esta ferramenta informática, além de funcionar como editor de especificações, permite criar uma base de dados complexa de conteúdos, ligações entre os diferentes níveis de especificações, e entre especificações e respetiva verificação, resultados de testes, documentos standard, estado de validação e verificação, etc. É personalizável, mas garante compatibilidade entre fornecedores dos equipamentos e sistemas, permitindo partilhar módulos, extrair relatórios e fazer a integração de diversos equipamentos e sistemas para apresentação às autoridades de certificação aeronáutica.

O conceito de Validação corresponde à análise individual de cada uma das especificações, respondendo a questões como: "é coerente?", "é compreensível?", "está associada a um nível superior?", "está associado a um nível inferior?", "está associado a um método de verificação, teste ou análise?", "está alocado a todos os subdomínios (Mecânica, Software, Hardware, Componente...)?". Esta validação é realizada de forma independente, ou seja, o engenheiro validador é diferente do designer.

A Verificação está associada aos testes ou outras formas analíticas de demonstração formal. A verificação realiza-se individualmente para cada especificação e/ou grupo de especificações, através de cenários de teste que são, por sua vez, validados, para garantir que cobrem todos os aspetos das especificações às quais estão associados.

Os testes de verificação são realizados em todos os níveis de especificação, componente (PCB, módulo SW), equipamento, subsistema e sistema, aumentando progressivamente o nível de integração funcional. Por fim, há ainda todos os testes de integração avião. Simuladores, laboratórios, A/C0 (iron bird), A/C1

ao solo e finalmente, testes em voo, suportados pelos FTIs (*Flight Test Instrumentation*).

O PEPDC do A400M é um equipamento do sistema de geração e distribuição elétrica, também classificado como ATA24, pelo sistema de classificação e certificação da FAA (Federal Aviation Agency) conhecido como ATA100. Neste documento descrevem-se todos os sistemas utilizados na aviação civil e servem de base para o processo de certificação avião.

A ATA24 é classificada como Safety Critical, e é-lhe atribuída um DAL A (Development Assurance Level). Existem 5 níveis de DAL, de acordo com a tabela seguinte.

Classificação da severidade da condição de erro de Top-level	
Nível A <i>Catastrophic</i>	Falha pode causar acidente (<i>crash</i>). Erro ou perda de função crítica necessária para voar e aterrar o avião.
Nível B <i>Hazardous</i>	Falha tem grande impacto negativo na segurança e desempenho, ou reduz a capacidade da tripulação para operar o avião devido elevado nível de stress físico, excesso de trabalho, ou causar ferimentos graves ou fatais aos passageiros.
Nível C <i>Major</i>	Falha significativa, mas menos impactante que a de nível B; pode causar desconforto nos passageiros e provocar aumento significativo do nível de trabalho da tripulação.
Nível D <i>Minor</i>	Falha notável, com impacto inferior ao anterior, por exemplo, causa inconvenientes aos passageiros e/ou alterações no plano de voo.
Nível E <i>No Safety Effect</i>	Falha sem impacto na segurança, operação de voo ou carga de trabalho da tripulação.

De acordo com a sua arquitetura, existência de redundâncias, tipo de redundâncias, etc., a ATA24 distribui as exigências de segurança aos seus equipamentos de forma a garantir a fiabilidade total do sistema. No caso do PEPDC, a função de distribuição elétrica primária, é considerada de DAL B, função hazardous, ou "perigosa".

Os equipamentos do sistema, para além de receberem exigências funcionais que deverão ser implementadas por software e hardware, devem seguir as exigências de certificação definidas pelos documentos standard RTCA DO178 (software) e RTCA DO254 (hardware eletrónico).

PEPDC um equipamento de DAL B

O A400M está equipado por 4 geradores principais, alimentados respetivamente pelos 4 motores, mais um gerador auxiliar, *APU (Auxiliary Power Unit)*. O PEPDC faz a ligação entre os geradores (barra de emergência), os transformadores AC/DC, a *TRU (Transformer Rectifier Unit)*, a bateria, as *Bus Bars*, a *Hot Bar*, o distribuidor secundário e os consumidores primários do avião. Como equipamento de distribuição de energia elétrica primária, alimenta diretamente aos equipamentos que consomem maior corrente. Visto o A400M ser um avião do tipo *fly-by-wire*, estes grandes consumidores são especialmente críticos, pois correspondem, entre outros, à alimentação dos motores elétricos das superfícies de controlo de voo. Em particular no A400M, o PEPDC também alberga os disjuntores de alimentação das funções de missão do avião, como por exemplo, os equipamentos *Medevac*.

O armário do PEPDC é composto por dezenas de disjuntores do tipo *RCCB (Residual Current Circuit Breaker)* entre os 15 e os 50 Amp, fusíveis térmicos, interruptores elétricos, de barras de distribuição elétrica trifásicas e contínuas (*bus bars*) redundantes, de disjuntores de linha (*line contactors*) que estabelecem e garantem a segurança da rede elétrica primária através da funcionalidade de *shedding*, de um computador central de gestão da configuração da rede e da comunicação e controlo dos RCCBs, de um bus de dados do tipo CAN e de ligação e

gestão de comunicação com o bus de dados avião (AFDX Avionics Full-Duplex Switched Ethernet).

Esta arquitetura mecânica de grandes dimensões (aproximadamente 1 m³, 500 Kg), elétrica e eletrônica está sujeita a exigências de certificação de hardware e software, além de garantias de qualificação mecânica e ambiental (exigências de amplitude térmica, de condutividade e suscetibilidade eletromagnética, de vibração e choque, segundo as normas MIL). Os *RCCBs*, apesar de terem alguma inteligência e capacidade de comunicação digital através do CAN Bus, foram desenvolvidos com tecnologia de *FPGA*, e ficam somente sob a exigência de componente eletrônico DO254. O computador central de controle, pelas suas funcionalidades de comunicação AFDX, BITE avião, entre outras, foi implementado num microprocessador e, por conseguinte, sujeito às exigências de certificação software DO178.

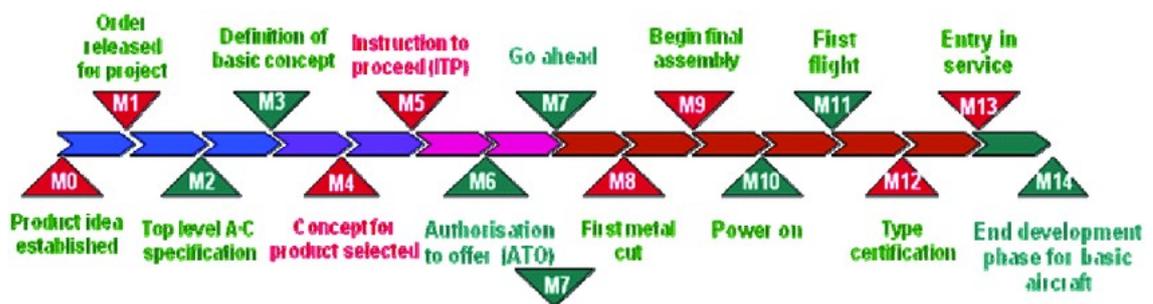
Este equipamento era historicamente desenvolvido pela Airbus, mas a partir do A380, o equipamento deixou de ser puramente elétrico, para dar lugar a uma implementação lógica mais complexa, através da utilização de componentes eletrônicos. Devido, em parte, à ausência de competências de desenvolvimento, integração e certificação de software do departamento de eletricidade da Airbus, o PEDPC foi subcontratado, mas a gestão e responsabilidade de certificação permaneceu na Airbus.

A função de *shedding* do sistema elétrico garante o paralelismo das 4 linhas de geração elétrica, mantendo a redundância da alimentação dos sistemas críticos em caso de perda de gerador e protegendo da eventualidade de curto circuito entre as quatro linhas de geração e distribuição. Também impede o retorno de corrente em caso de perda de gerador e a propagação de falhas térmicas dos grandes consumidores entre linhas de alimentação. No A400M, esta lógica passou a ser implementada pelo software do computador central.

Controlo de Maturidade dos Sistemas

O processo de desenvolvimento de um avião Airbus, segue um processo de *Milestone* ou *Gate Reviews*, que permitem o controlo de qualidade e maturidade de cada equipamento e sistema, de acordo com o planeamento do programa.

Cada uma das *Milestones* (ou *Gates*) são traduzidas em objetivos de ma-



turidade: *PPR Primary Product Review*, *PDR Product Design Review*, *CDR Critical Design Review*, etc, e são realizadas para cada nível de integração. No final de cada *Milestone Review* Avião, é possível identificar os equipamentos e/ou sistemas que carecem de atenção especial por parte da gestão do programa. Nomeadamente, podem necessitar de recursos adicionais para atingirem os objetivos e sem colocar em causa a *readiness* do avião como um todo.

Parte das responsabilidades da minha equipa, foi a gestão direta do fornecedor, para garantir que as especificações eram compreendidas, respeitadas, implementadas, verificadas corretamente e de acordo com as exigências de certificação. Também funcionamos como apoio e controlo de qualidade e de maturidade do produto em desenvolvimento e de elo de ligação entre o fornecedor e o sistema de logística Airbus.

Gestão de Configuração e a Certificação Avião

Outro aspeto muito importante no processo de certificação avião é a gestão de configuração. O *Type Certificate* é dado a uma versão específica do avião e é necessário provar que a verificação foi realizada numa versão representativa daquela que se quer certificar e produzir. Esta é uma tarefa Herculana na medida

em que a verificação dos equipamentos vai sendo realizada ao longo do tempo e em paralelo com o desenvolvimento da maturidade dos mesmos. Todas as versões de todos os equipamentos, módulos de SW, ficheiros de configuração, etc têm de ser identificados. A identificação é feita de forma a permitir o controlo da sua evolução no tempo e sempre associados aos respetivos testes de verificação.

A partir da *Critical Design Review*, a configuração de todos os equipamentos e sistemas é registada e congelada pela Airbus. Toda e qualquer modificação, por mais ínfima que seja, deve responder a um processo rigoroso de controlo de configuração. O impacto da modificação é estudado por um quadro de especialistas e a decisão de aceitar ou rejeitar é fruto de uma análise de contrapartidas. Os aspetos analisados são, entre outros, o peso, o custo, o tempo, a simplificação, a maturidade e o impacto noutros sistemas.

É necessário compreender que a partir deste momento, as primeiras peças mecânicas do avião começam a ser fabricadas e qualquer modificação pode implicar alterações nos moldes, processos de produção, na integração das partes, etc... impactos enormes no contexto avião. Também importante de sublinhar que o tempo de desenvolvimento da modificação e respetivas alterações nos outros sistemas, até ao momento de implementação, pode elevar-se a vários meses. Este lapso de tempo, associado a todas as modificações que vão surgindo de todos os sistemas, pode levar a múltiplas combinações e versões intermédias do avião. Torna-se extremamente difícil controlar a versão que está a ser testada e a montar o respetivo dossier de verificação e demonstração de certificação. A forma que se encontrou para lidar com estas incertezas, foi a de reagrupar e congelar sucessivos pacotes de modificações.

No A400M, a gestão de configuração do PEPDC ganhou uma nova dimensão de importância e complexidade. Devido às exigências de certificação civil e militar e de acordo com as exigências de missão das diversas Nações-clientes, o A400M deve ser certificado com alguma flexibilidade. Nomeadamente, a configuração de missão do A400M implica a alimentação de equipamentos com necessidades elétricas diferentes. Para garantir a certificação, a alocação dos

disjuntores de alimentação dos equipamentos deve ser fixa, em posição física e características elétricas.

Num avião, cada equipamento tem uma posição física definida à qual chamamos FIN e é-lhe atribuída um código único e intransmissível. A codificação dos FIN é variada e segue critérios diversos, de acordo com a documentação Airbus. Usando este mecanismo, a equipa da ATA24 patenteou um sistema de codificação, associado a um ficheiro de configuração sistema, que lhe garantiu a flexibilidade das missões, sem necessidade de vários *type certificates*. Até porque, um mesmo avião poderá vir a operar com configurações de missão diferentes e não deverá sofrer *retrofit* e recertificação cada vez que altera a sua configuração. Ao sistema desenvolvido chamamos de "Plug-and-Play" e garantiu à equipa um *Award* de Inovação.

Controlo de Qualidade

Para além de todos os processos resumidos nesta secção, o controlo de qualidade dos equipamento e sistemas aviónicos é garantido pela validação independente de toda a documentação técnica e de planeamento, incluindo planos de desenvolvimento, industrialização e produção, apresentada durante as *Milestone Reviews*. Este controlo é feito sobre todos os fornecedores de nível 1 e 2, e eventualmente de nível 3, se localizados em países em vias de desenvolvimento. Os maiores desafios no desenvolvimento do PEPDC foram relacionados com o desenvolvimento de software do computador de controlo central. As exigências técnicas relativas às funções de comunicação no AFDX e de transmissão de diagnóstico de falhas (função BITE centralizada) exigiram a subcontratação de fornecedor de nível 2. Tanto o departamento de eletricidade da Airbus, como o fornecedor (Leach Internacional) não tinham as competências necessárias para este desenvolvimento. Também a cultura de hardware das equipas fez com que as necessidades do desenvolvimento de software fossem colocadas em segundo plano e os esforços de desenvolvimento fossem iniciados com atraso. O desenvolvimento e certificação de software de DAL B é um processo extremamente moroso, devido ao formalismo exigido pelas autoridades de certificação. A

duração é tão extensa, que é necessário um desenvolvimento paralelo entre a eletrónica e o software; mesmo se isto represente assumir muitas hipóteses de partida e ciclos adicionais de iteração para correção e adaptação do software à arquitetura final de hardware.

Notas Finais

Penso poder afirmar com alguma convicção que a minha carreira profissional apresentada neste relatório, percorreu um caminho de coerência na sua forma e conteúdo. A indústria Aeronáutica foi o meu ambiente de trabalho e o palco do meu desenvolvimento profissional desde o dia em que decidi pôr em prática e, de certa forma, à prova, os meus conhecimentos académicos de engenharia.

Desde os primeiros estágios profissionais, intercalados entre anos letivos, para não perder oportunidades; às experiências sucessivas de empregos com crescendo de responsabilidade técnica e humana; até à experiência mais recente de ensino, onde me é permitido partilhar este conhecimento acumulado. Todas estas experiências tiveram em comum o contexto aeronáutico e uma postura de grande humildade e aprendizagem.

Não diria que este percurso tenha sido uniformemente acelerado, mas foi sem dúvida, de contínuo crescimento profissional e pessoal. Nestes anos assumi posições de engenharia de desenvolvimento, com ênfase no processo de certificação de sistemas aeronáuticos, de gestão de projetos, de gestão funcional e operacional de equipas, de controlo de gestão e auditoria. Escolhi conhecer por

dentro estruturas de pequenas, médias e grandes empresas multinacionais. Procurei aprender diferentes culturas de trabalho. Fiz pausas no caminho para reavaliar resultados e objetivos e criar espaço para o crescimento e equilíbrio familiar. Nem sempre as escolhas visaram privilegiar o progresso profissional, mas sinto orgulho sem reservas, nos resultados obtidos em cada uma das experiências descritas neste relatório.

Sendo uma entusiasta por natureza, foi fácil encontrar o prazer criativo num ambiente tão propício e aliciante como a Indústria Aeronáutica, mas este entusiasmo não se limita a uma indústria em particular. O entusiasmo e a criatividade definem grande parte da engenheira que sou e não poderia deixar de me sentir tentada a aceitar novos desafios e abraçar projetos noutras áreas do desenvolvimento. Em particular, tornei-me mais sensível ao significado e contribuição do meu trabalho para a sociedade e nos últimos três anos tenho vindo a desenvolver um projeto de design de permacultura na minha região.

O projeto de design paisagístico e agrícola do Casal do Alto da Vela enquadra-se num contexto de desenvolvimento de um empreendimento agroturístico de qualidade na Costa Oeste. Neste projeto apliquei conhecimentos de arquitetura paisagística, de engenharia agrícola e de território, de mecânica de fluídos e aerodinâmica de escoamentos atmosféricos. Foi um projeto que envolveu mais de um ano de pesquisa e análise sobre o desenvolvimento e integração de sistemas vivos. O mesmo encontra-se em fase de implementação por parte do cliente, tendo a primeira fase de plantação ocorrido no início de 2020. Dada a taxa de sobrevivência registada, superior a 90%, e perante as exigências climáticas extremas desta localização e a simplificação na implementação do projeto, podemos afirmar que estamos perante um caso de sucesso. Do ponto de vista pessoal, estamos perante uma oportunidade de me reinventar, continuando o caminho em coerência com a minha experiência de engenharia de sistemas.

Quem conhece por dentro o domínio da engenharia de sistemas, consegue certamente alcançar o paralelo deste projeto com o meu percurso profissional.