



UM PROGRAMA DE MOBILIDADE DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA DO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

Karl Heinz Kienitz – kienitz@ieee.org
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Sistemas e Controle
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias
12.228-900 – São José dos Campos – SP

David Fernandes – david@ita.org
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Telecomunicações
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias
12.228-900 – São José dos Campos – SP

Alessandro Anzaloni – anzaloni@ita.br
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Telecomunicações
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias
12.228-900 – São José dos Campos – SP

Alexis Tinoco Fabrício Salazar – atinoco@ita.br
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Eletrônica Aplicada
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias
12.228-900 – São José dos Campos – SP

Resumo: *Este documento descreve um programa de mobilidade para os alunos de graduação em Engenharia Eletrônica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), direcionado à realização de estágio em combinação com o trabalho de graduação em instituições da Alemanha e Áustria. O programa entrou em seu décimo ano, e apresenta-se também uma visão geral das atividades realizadas desde o início do programa, bem como do destino profissional dos engenheiros formados, além de seu interesse pelo Programa de Integração Graduação – Mestrado do ITA, além de análises e comentários diversos sobre o programa e suas perspectivas futuras.*

Palavras-chave: *Mobilidade, Graduação, Estágio, Trabalho de conclusão de curso, Pesquisa na Graduação*

1. INTRODUÇÃO

A ideia de um programa de mobilidade específico para os alunos de graduação em Engenharia Eletrônica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) surgiu em 2004 com os



professores Karl Heinz Kienitz e David Fernandes, dos Departamento de Sistemas e Controle e do Departamento de Telecomunicações, ambos da Divisão de Engenharia Eletrônica do ITA, em parceria com o Prof. Alberto Moreira e o Dr. Frank Thielecke, respectivamente dos campus de Oberpfaffenhofen e Braunschweig do Centro Aeroespacial Alemão (DLR). O objetivo dos iniciadores foi a intermediação de oportunidades de estágio combinado com o trabalho de graduação, ou TG (nome dado ao trabalho de conclusão de curso no ITA), no DLR a alunos selecionados do Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica do Instituto. O DLR foi escolhido por ser, desde 1971, um parceiro de cooperação do DCTA (MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA, 1972), do qual o ITA faz parte, e porque ambos os professores do ITA dispunham de bons contatos no DLR. Ambos haviam recentemente realizado estágios de pesquisa de pós-doutorado no DLR. A iniciativa visava, portanto, o aproveitamento da sinergia existente entre DLR e ITA.

Os primeiros dois alunos seguiram para a Alemanha em início de 2005.

2. HISTÓRICO E VISÃO GERAL DO PROGRAMA

O programa, inicialmente concebido para atender alunos de Engenharia Eletrônica, por sua natureza fortemente interdisciplinar, embora focada, hoje é aberto à participação eventual de alunos de outros cursos, que participam do mesmo processo de seleção. Até o momento houve 2 participantes do Curso de Graduação em Engenharia da Computação (em 2012) e atualmente (em 2014) há um participante do Curso de Engenharia Mecânica.

O processo de seleção considera as médias do candidato durante o Curso Fundamental (os primeiros dois anos do ITA) e o primeiro ano do Curso Profissional (o terceiro ano do ITA), além de uma avaliação do inglês escrito e oral do candidato. Para a avaliação de inglês, o programa conta com a colaboração de professores do Departamento de Humanidades, da Divisão de Ciências Fundamentais, do ITA.

Em 2008, o ponto focal do programa no DLR Braunschweig, Dr. Frank Thielecke, transferiu-se como professor para a Universidade Técnica de Hamburg-Harburg (TUHH), onde assumiu o Institute for Aircraft Systems Engineering. O Prof. Thielecke desejava manter seu vínculo de cooperação com o ITA, e a TUHH passou a fazer parte do programa, trazendo ao programa a novidade da “bidirecionalidade”, pois passou-se a oferecer aos alunos da TUHH a possibilidade de fazer estágio e trabalhos acadêmicos no ITA.

A partir de 2011, o programa passou a incluir vagas para TG/estágio na University of Applied Sciences Salzburg (FHS), Áustria, por iniciativa do Prof. Alessandro Anzaloni, do Departamento de Telecomunicações, do ITA, expandindo assim seu contato com a FHS que vinha mantendo desde 2000 através de orientações de pós-graduandos e pesquisa conjunta. Em 2010, também por iniciativa do Prof. Anzaloni, um aluno foi enviado à Università La Sapienza, Roma. No entanto, a oferta de vagas em Roma não mais se repetiu aos participantes do programa nos anos seguintes.

A partir de 2014, o Prof. David Fernandes foi substituído pelo Prof. Alexis Tinoco Fabricio Salazar, do Departamento de Eletrônica Aplicada, do ITA, como um dos contatos com o DLR.



Até a presente data, o financiamento dos trabalhos dos alunos do ITA foi feito com recursos dos respectivos locais de estágio/TG (por meio da remuneração como estagiário), da FINEP, através de um programa do ITA denominado CAPTAER (passagens e seguro-saúde dos alunos até 2008 inclusive, em alguns anos por meio de reembolso), e pelos próprios alunos (passagens e seguro-saúde a partir de 2009).

Os alunos da TUHH têm sido financiados em parte pela Dietze Stiftung, fundação ligada à TUHH, e têm usufruído da possibilidade de moradia no alojamento dos alunos de graduação do ITA.

Os estágios, TGs e projetos de estágio de todos os alunos participantes têm-se concentrado nas seguintes áreas interdisciplinares: análise e controle (em todos os níveis hierárquicos) de sistemas dinâmicos aeronáuticos, em especial de veículos autônomos; processamento de imagens de Radar de Abertura Sintética (SAR); redes de computadores.

Os parceiros no exterior e os pontos focais no ITA e nas instituições no exterior são:

- DLR Institute for Robotics and Mechatronics, Oberpfaffenhofen (DLR-RM) - contato DLR: Dr. Johann Bals; contato ITA: Prof. Karl Heinz Kienitz.
- DLR Institute for Flight Systems, Braunschweig (DLR-FS) – contato DLR (a partir de 2007): Dr. Holger Duda (contato anterior: Dr. Frank Thielecke); contato ITA: Prof. Karl Heinz Kienitz.
- DLR Microwave and Radar Institute, Oberpfaffenhofen (DLR-HR) – contato DLR: Prof. Alberto Moreira; contato ITA (a partir de 2013): Prof. Alexis Tinoco Fabrício Salazar (contato anterior: Prof. David Fernandes).
- TUHH Institute for Aircraft Systems Engineering, Hamburg (TUHH) – contato TUHH: Prof. Frank Thielecke; contato ITA: Prof. Karl Heinz Kienitz.
- Salzburg University of Applied Sciences (FHS) – contato FHS: Prof. Ulrich Hofmann; contato ITA: Prof. Alessandro Anzalani.

O programa orienta-se por princípios expostos de forma consolidada no *Final Report of the Global Engineering Excellence Initiative* (GRINDEL, 2006). Esse relatório foi fruto de um estudo realizado por oito universidades com forte atuação em engenharia, a saber: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Switzerland (ETH Zürich); Georgia Institute of Technology, USA (Georgia Tech); Massachusetts Institute of Technology, USA (MIT); Shanghai Jiao Tong University, China (SJTU); Technische Universität Darmstadt, Germany (TUD); Tsinghua University, China (Tsinghua); Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brazil (POLI/USP); e a University of Tokyo, Japan (Tokyo). O estudo foi patrocinado pela Continental AG.

O objetivo do estágio do aluno no exterior é a realização de um trabalho de pesquisa e/ou desenvolvimento em engenharia como integrante de um grupo de pesquisa de primeira linha fora do seu país. Assim os alunos têm seguido para a Alemanha ou Áustria por um ou dois semestres após a conclusão do oitavo semestre do Curso de Engenharia no ITA. Trabalhos de curso (aulas, provas) no exterior não são priorizadas, sendo vistas como atividades complementares realizadas a critério do aluno, caso ele/ela julgue dispor de tempo para tal.

O relatório do trabalho de pesquisa realizado pelo aluno do ITA no exterior é apresentado como trabalho de graduação no ITA. Em alguns casos os alunos realizam



trabalhos de pesquisa complementares após seu retorno ao ITA para concluir o tópico pesquisado na Alemanha.

Alunos da TUHH tem vindo ao ITA por um semestre após a conclusão do seu sexto semestre no Curso de Engenharia, com o objetivo de realizarem um projeto de pesquisa cujo relatório é apresentado na sua Universidade para cumprir requisitos acadêmicos. Tem cursado também uma ou duas disciplinas de graduação no ITA.

A Tabela 1 dá uma visão geral da atividade do programa ao longo de seus 10 anos de existência. Nota-se ainda uma forte assimetria do fluxo de alunos do Brasil para o exterior. O motivo para tal são as dificuldades de obtenção de apoio financeiro para o estágio no Brasil e os desafios de aprendizado da língua portuguesa. Para os alunos do ITA que vão à Alemanha e Áustria considera-se suficiente o bom domínio do inglês escrito e falado, pois é nesse idioma que se exige desses alunos a redação dos relatórios de pesquisa e do trabalho de graduação apresentado no ITA.

Tabela 1: Visão geral da atividade (concluída e em andamento) no programa

↓ participantes ano →	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
alunos do ITA na FHS							2	2		2	6
alunos do ITA no DLR-HR	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	15
alunos do ITA no DLR-RM			1	1							2
alunos do ITA no DLR-FS	1	2	2	2		2	2		1	2	14
alunos do ITA na TUHH				2	1	1	2	1	2	2	11
alunos da TUHH no ITA						1			1		2
alunos do ITA em Roma						1					1
Total anual	2	3	4	7	3	7	8	4	5	8	
Total acumulado geral	2	5	9	16	19	26	34	38	43	51	

3. ATIVIDADES PROFISSIONAIS ATUAIS DOS PARTICIPANTES E SEU INTERESSE NA PÓS-GRADUAÇÃO NO ITA

A Tabela 2 resume a situação de atividade profissional atual dos participantes do programa.

Tabela 2: Visão geral das atividades profissionais atuais dos participantes

↓ atividade quantidade →	Número	Percentual
Finalizando a graduação	10	19.6%
Empregados no setor aeroespacial	13	25.5%
Empregados nos demais setores industriais	8	15.7%
Empreendedores tecnológicos	2	3.9%
Investimento e finanças	6	11.8%
Consultoria empresarial e tecnológica	3	5.9%
Ensino, pesquisa, PG em tempo integral	6	11.8%
Outros, desconhecido	3	5.9%
Total	51	100.0%



O ITA oferece aos seus alunos de graduação a possibilidade de integrarem seus programas de graduação e de mestrado acadêmico através do Programa de Integração Graduação – Mestrado (PIGM), regulado por portaria específica do Instituto (ITA, 2009). Dos 40 participantes já formados (no ITA), 7 estiveram matriculados no PIGM e concluíram seu mestrado no ITA, e 2 estiveram matriculados no PIGM e atualmente estão matriculados em programa de mestrado no Instituto. Assim, quase 1/4 dos 40 participantes formados no ITA beneficiou-se efetivamente do PIGM ou está com expectativa de aproveitamento de sua dedicação no escopo do PIGM.

4. REALIZAÇÕES ESPECIAIS E DESTAQUES

Ao longo dos vários anos do programa, vários participantes destacaram-se conquistando prêmios e / ou publicando seus resultados de pesquisa em eventos no Brasil e no exterior. Prêmios recebidos pelos participantes foram:

- Felipe Nobre Barbosa, *Melhor Trabalho de Graduação de 2006*, do Curso de Engenharia Eletrônica do ITA.
- Felipe Q. Almeida, *Science Award High-Frequency and Information Technology - ARGUS 2009*, Ulm, Alemanha.
- Igor Kadota, *Melhor Trabalho de Graduação de 2010*, do Curso de Engenharia Eletrônica do ITA.
- Rafaela Lopes Melo, *Melhor Trabalho de Graduação de 2013*, do Curso de Engenharia Eletrônica do ITA.

Nem todo participante do programa apresentou os resultados de sua pesquisa em forma de publicação (além do trabalho de graduação do ITA, disponibilizado na Biblioteca Digital do ITA). Mas a lista de publicações dos participantes, dada a seguir, demonstra o profissionalismo com que esses alunos de graduação tem encarado seus estágios, sua inserção em grupos de pesquisa (em oposição à realização de trabalhos isolados de pesquisa) e, além disso, apresenta uma boa amostra dos assuntos trabalhados ao longo dos anos. (O nome dos participantes está assinalado em negrito.)

- **GABRIELLI, L.H.**; KIENITZ, K.H.; THIELECKE, F. Environment graph construction with integrated shortest path search. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Automática, 2006, Salvador, BA, p. 780-784.
- DITTRICH, J.S.; ADOLF, F; **LANGER, A.**; THIELECKE, F. Mission planning for small UAV systems in uncertain environments. Proc. 2nd European Micro Aerial Vehicle Conference, Braunschweig, 2006.
- ADOLF, F; **LANGER, A.**; **DE MELO PONTES E SILVA, L.**; THIELECKE, F. Probabilistic roadmaps and ant colony optimization for UAV mission planning, Proc. 6th IFAC Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles, p. 264-269, 2007.
- **THOMPSON, P.**; NANNINI, M.; SCHEIBER, R. Target separation in SAR image with the MUSIC algorithm. Proc. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2007. Barcelona, p. 468-471.
- **PINHEIRO, M.**; PRATS, P.; SCHEIBER, R.; NANNINI, M.; REIGBER, A. Tomographic 3D reconstruction from airborne circular SAR. Proc. of the 2009 IEEE

- International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Cape Town, 2009, v. 3, p. III-21-III-24.
- **PINHEIRO, M.;** PRATS, P.; SCHEIBER, R.; FISCHER, J. Multi-path correction model for multi-channel airborne SAR. Proc. of the 2009 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Cape Town, 2009, v. 3, p. III - 729-III -732.
 - GEBERT, N.; **ALMEIDA, F.Q.;** KRIEGER, G. Advanced Multi-Channel SAR Imaging Measured Data Demonstration. Proc. International Radar Symposium (IRS 2009), 2009, Hamburgo, 2009.
 - **ELARRAT, I. F.;** GEBERT, N. Processamento adaptativo em espaço-tempo para sistemas SAR com múltiplos canais. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011, INPE, p. 8191-8198.
 - **GRIPP, J.A.B.** et al. Dynamical modeling of an annular plate. Anais do VII CONEM, 2012, São Luís, MA, artigo 1146.
 - **HEMMANN, M.A.;** PEREIRA, R.L.; KIENITZ, K.H. An experimental evaluation of TFL/LTR controllers against actuator failure and time delay applied in a 3DOF helicopter. Anais da Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e Aplicações (DINCON), 2013, Fortaleza, CE, artigo 5085.
 - **KADOTA, I.;** BAIOCCHI, A.; ANZALONI, A. Kalman Filtering: Estimate of the numbers of active queues in an 802.11e EDCA WLAN, Computer Communications, v. 39, 2014, p. 54-64.

5. OUTRAS ATIVIDADES, COMENTÁRIOS E PERSPECTIVAS

O programa destaca-se por sua regularidade, realizações de destaque e longa sobrevida. Nos primeiros anos do programa, foi benéfica e estruturante a disponibilidade de recursos do CAPTAER, um projeto na área de infraestrutura para a formação de RH, financiado pela FINEP. Os contatos regulares dos professores Karl Heinz Kienitz, David Fernandes, Alessandro Anzaloni e Alexis Tinoco com seus colegas no DLR, na TUHH e na FHS têm sido indispensáveis para o bom andamento do programa. Esses contatos têm sido mantidos por iniciativa dos professores, com apoio de recursos de balcão das agências financiadoras, solicitadas pelos próprios professores.

O cuidado constante para evitar a burocracia é vista pelos professores participantes como um dos grandes trunfos para manter a regularidade e sobrevida do programa. Entende-se que os procedimentos enxutos adotados e aperfeiçoados ao longo dos dez anos de existência precisam ter seu perfil de complexidade mantido. O presente relatório é testemunho de que, mesmo com pouca burocracia, informações suficientes existem para relatar e prestar contas do programa.

Os contatos viabilizados pelo programa têm contribuído para o surgimento de outras atividades de cooperação do DCTA com o DLR, como por exemplo vários programas de doutorado de ex-alunos do ITA no DLR-FS e no DLR-HR.

Outros pontos importantes foram as visitas técnicas de professores brasileiros na Europa e dos professores e pesquisadores europeus no Brasil, ocorridas ao longo dos 10 anos de cooperação.



Como exemplo do reconhecimento do programa pode-se citar a formalização da cooperação, inicialmente informal, com a TUHH, ocorrida em 2013, com a assinatura de um Acordo de Cooperação entre ITA e TUHH, em cerimônia realizada no ITA em 17.04.2013, com a presença de altas autoridades, entre elas o governador da cidade-estado de Hamburgo, Sr. Olaf Scholz.

Para dar melhor suporte às atividades de cooperação entre TUHH e ITA, bem como permitir sua eventual expansão, os professores Frank Thielecke e Karl Heinz Kienitz pretendem submeter proposta de projeto UNIBRAL à CAPES/DAAD na próxima oportunidade (há um edital previsto para maio de 2014). A migração para o suporte com recursos da CAPES e do DAAD trará consigo a necessidade de mudança de filosofia do programa (ou pelo menos de parte dela), uma vez que a CAPES prioriza a realização de trabalhos de curso (cursar disciplinas) como parte importante dos programas de intercâmbio. A inserção da parte TUHH/ITA do programa num projeto UNIBRAL pode também comprometer, até certo ponto, a opção pela “minimalidade burocrática” que tem vigorado no programa até o momento.

Finalmente, é oportuno ressaltar que a Tabela 2 e os dados sobre o envolvimento dos participantes no Programa de Integração Graduação – Mestrado retratam um impacto com perfil tecnológico e científico compatível com os valores e a missão do ITA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRINDEL, T. (Ed.) Final Report of the Global Engineering Excellence Initiative: Educating the Next Generation of Engineers for the Global Workplace. Continental AG, 2006. (ISBN 978-3-9811322-1-2) Disponível em <http://www.continental-corporation.com/www/download/gee_com_en/themes/download/study_order_long_en.pdf> Acesso em 30 abr. 2014.

ITA, Portaria ITA N°169 /ID, Dispõe sobre a organização do Programa Integrado Graduação-Mestrado (PIGM), Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 02 set. 2009. Disponível em <<http://www.pro-grad.ita.br/legislacao/PIGM.pdf>> Acesso em 02 mai. 2014.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA, Convênio Especial entre o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e o Instituto Alemão de Pesquisa e Ensaio de Navegação Aérea e Espacial (DFVLR). Diário Oficial da União, 15 mar. 1972. Disponível em <<http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/AcordoAlemanha1971.pdf>> Acesso em 30 abr. 2014.



A MOBILITY PROGRAM FOR THE UNDERGRADUATE COURSE IN ELETRONICS ENGINEERING OF THE INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

***Abstract:** This document describes a mobility program for undergraduate students in Electrical Engineering from the Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), directed towards a combination of internship and capstone project in German and Austrian institutions. The program entered its tenth year. The document also presents an overview of the activities carried out since the beginning of the program, as well as current employment information of the engineering graduates, in addition to an overview of their interest in the Graduate - Master Integration Program of ITA, as well as various analyzes and comments on the program and its future prospects.*

***Key-words:** Mobility, Undergraduate Degree, Internship, Capstone Project, Undergraduate Research*