Vol. XXVII - 1º ao 3º Quadrimestre de 2010

Revista Militar de

Ciência e Tecnologia

ISSN 0102-3542

Edição especial: 40 anos de Pós-graduação no IME

HISTÓRICO

ARTIGOS

40 ANOS DE PÓS-GRADUAÇÃO NO IME 6
Wilma de Araújo Gonzalez
Itamar Borges Júnior
José Luiz Lima Vaz
Antônio Luís Santos Lima

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES 11
José Renato Moreira Silva Oliveira
Luiz Antônio Vieira Carneiro
Maria Esther Soares Marques

OS 38 ANOS DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA (PPGEE) DO IME 22
Maurício Henrique Costa Dias
Geraldo Magela Pinheiro Gomes
José Carlos Araujo dos Santos
Antonio Eduardo Carrilho da Cunha

UM BREVE HISTÓRICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS MATERIAIS DO IME 35
Luiz Paulo Brandão
Leila Rosa de Oliveira Cruz
Ronaldo Sérgio de Biasi
João Carlos Miguez Suarez
André Luiz Pinto

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA 43
Aldélio Bueno Caldeira
Jorge Audrin Morgado de Góis,
Francesco Scofano Neto
Luciano Luporini Menegaldo

EVOLUÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA DO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA: 40 ANOS 50
Alcino Palermo de Aguiar
Tanos Celmar Costa França

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CARTOGRÁFICA 61
Ermírio de Siqueira Coutinho
Francisco Roberto da Rocha Gomes
Jorge Luís Nunes e Silva Brito
Leonardo Castro de Oliveira
Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva
Oscar Ricardo Vergara

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NUCLEAR 72
Jacy Montenegro Magalhães Neto
Nadya Maria Prado Damasceno Ferreira
Rex Nazaré Alves
Rudnei Karam Morales

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO 80
Ronaldo Moreira Salles
Paulo Fernando Ferreira Rosa
Claudia Marcela Justel
Ana Maria de Carvalho Moura
Emmanuel Piseces Lopes Passos

ENGENHARIA DE DEFESA: O MAIS NOVO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA 94
Roberto Ades
Paulo César Pellanda
Itamar Borges Júnior

Apresentação

PALAVRAS DO COMANDANTE DO IME

Os 40 anos da Pós-graduação do Instituto Militar, oficialmente comemorados no dia 17 de novembro de 2009, representam uma data histórica que corrobora o espírito de pioneirismo deste secular estabelecimento de ensino.

Tudo começou com o trabalho de profissionais visionários que compreenderam a necessidade deste Instituto de atender às novas demandas de qualificação em recursos humanos que se apresentavam para o país.

Essa história de sucesso iniciou-se em 1957, com a criação do Curso de Especialização em Engenharia Nuclear, na então Escola Técnica do Exército, precursora do IME. Um ano mais tarde, criou-se o Curso de Especialização Lato Sensu, na área do conhecimento da Engenharia Nuclear.

Em 1969, a Pós-graduação *Stricto Sensu* foi iniciada no Instituto, com a criação dos cursos de mestrado em Química e em Engenharia Nuclear, este a partir da transformação do antigo Curso de Especialização.

No mesmo ano, foi instituída uma Comissão de Pós-graduação, antecessora da atual subdivisão de cursos de Pós-graduação, cuja finalidade era ampliar a formação técnico-científica dos engenheiros e cientistas, preparar e aperfeiçoar os professores de nível superior e desenvolver qualidades desejáveis para um bom desempenho da necessária investigação técnico-científica.

A partir desse momento, a Pós-graduação do IME começou a progredir a passos largos e foram implantados vários cursos de mestrado e doutorado, distribuídos sob a coordenação da subdivisão de cursos de Pós-graduação.

Atualmente o IME oferece nove cursos de mestrado: Engenharia de Transporte, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Ciências dos Materiais, Química, Engenharia Cartográfica, Engenharia Nuclear, Engenharia de Defesa, Engenharia em Sistemas de Computação e três cursos de doutorado: Engenharia de Defesa, Ciências dos Materiais e Química.

Ao longo destes 40 anos, o IME formou mais de 1700 mestres e doutores que hoje atuam em diversos segmentos do Exército, nas forças coirmãs, em órgãos governamentais e na sociedade civil, o que evidencia o cumprimento do seu dever no que tange à difusão de conhecimento por meio do ensino e da pesquisa, sempre mantendo o foco na formação de profissionais altamente qualificados e capazes de conduzir grandes projetos.

Visando à realização da missão institucional do IME, diversos profissionais de renome contribuíram para que esse momento tão significativo da celebração desses 40 anos pudesse acontecer.

Eis o motivo pelo qual prestamos as devidas homenagens àqueles que evidenciaram sua dedicação como pioneiros na gênese da nossa Pós-graduação, bem como aos antigos chefes que conduziram os trabalhos de mestrado e doutorado realizados no IME.

Resta, por fim, a certeza de que o IME continuará a busca incessante pela melhoria contínua de seus cursos de mestrado e doutorado, contando com o apoio de seus integrantes, de seus colaboradores e das instituições parceiras, a fim de atingir níveis de excelência cada vez mais elevados.

Como justa homenagem aos 40 anos celebrados em 2009, a Revista Militar de Ciência e Tecnologia dedica o primeiro número do novo conceito e formato da revista à lembrança dessas quatro décadas vitoriosas de ensino e pesquisa, no campo da Pós-graduação.

Expediente

Publicação de Pesquisa e
Desenvolvimento Científico-Tecnológico
Do Exército Brasileiro

Revista Militar de Ciência e Tecnologia

Comandante do Exército
General de Exército Enzo Martins Peri

Departamento de Ciência e Tecnologia
General de Exército Augusto Heleno Ribeiro Pereira

Departamento de Educação e Cultura do Exército
General de Exército Rui Monarca da Silveira

Editor Chefe
José Carlos Cesar Amorim

Corpo Editorial
Antonio Luís dos Santos Lima; José Antonio Apolinário Junior; Luciano Luporini Menegaldo; Marcelo de Miranda Reis; Ronaldo Moreira Salles; Ronaldo Sergio de Biasi; Rubenildo Pithon de Barros; Tanos Celmar Costa França

Corpo Redatorial
Rubenildo Pithon de Barros; Tanos Celmar Costa França e Luiz Tadeu Carqueija Mota

Redação
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA - IME
Praça General Tibúrcio, 80
Praia Vermelha – Rio de Janeiro, RJ – CEP 22290-270
Tels.: (21) 2546-7080

Revisão
Rubenildo Pithon de Barros
Tanos Celmar Costa França

Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica
Luiz Tadeu Carqueija Mota
Seção de Meios Auxiliares (SMA) - IME
Telefone: (21) 2546-7115
home page: http://rmct.ime.eb.br
e-mail: rmct@ime.eb.br

Administração e Distribuição
BIBLIOTECA DO EXÉRCITO
Coronel de Artilharia Josevaldo Souza Oliveira - Chefe da BIBLIEX
Coronel R/1 Jorge Rodrigues Lobato - Encarregado da RMCT
Palácio Duque de Caxias
Praça Duque de Caxias, 25 – 3º andar – Ala Marcílio Dias
Rio de Janeiro, RJ – Brasil – CEP 20221-260
Tels.: (21) 2519-5715 – Fax: (21) 2519-5569
E-mail: bibliex@bibliex.com.br ou bibliex@bibliex.ensino.eb.br
Homepage: www.bibliex.com.br

Impressão e Acabamento
Agência 2A Comunicação

Os conceitos técnico-profissionais emitidos nas matérias assinadas são de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente a opinião da Revista e do Exército Brasileiro.
A Revista não se responsabiliza pelos dados cujas fontes estejam devidamente citadas. Salvo expressa disposição em contrário, é pemitida a reprodução total ou parcial das matérias publicadas, desde que mencionados o autor e a fonte. Aceita-se intercâmbio com publicações nacionais ou estrangeiras.

Editorial

A presente edição da Revista Militar de Ciência e Tecnologia (RMCT) comemora os 40 anos da pós-graduação (PG) *stricto sensu* no Instituto Militar de Engenharia (IME) e reúne apenas artigos de divulgação nos quais são contadas as histórias de cada um dos atuais programas de PG do IME. São textos que revelam como é desafiadora, mas também nobre e muito gratificante a missão de criar e manter, por décadas, um programa de PG em funcionamento, com uma constante formação de recursos humanos do mais alto nível, concomitantemente à geração de conhecimento materializado através dos artigos científicos publicados, tecnologias desenvolvidas e das patentes depositadas. Estas atividades são imprescindíveis nos dias atuais para a manutenção da excelência em qualquer instituição de ensino superior.

Esta edição também inaugura uma nova fase na história da RMCT, que passa a contar com um novo corpo editorial, composto por professores do IME (um de cada programa de PG) como editores locais e destacados membros da comunidade acadêmica nacional, como editores associados. A revista passa também a contar com a sua própria home page (*www.rmct.ime.eb.br*) na qual é possível encontrar as versões virtuais dos artigos e as instruções para submissão. Outra novidade dessa nova fase é a implantação do sistema de revisão por pares no qual cada artigo submetido passa pelo processo de referagem, por pelo menos 02 especialistas no assunto, antes de ser considerado para publicação. Fisicamente a RMCT também mudou, passando a adotar o formato A4, uma capa padronizada, um novo design, resumo em inglês (abstract) e palavras chave em inglês (keywords). Todas estas mudanças foram implementadas com o objetivo de fazer com que a revista atinja os padrões de qualidade exigidos para a sua indexação futura junto a bancos de dados como o Scielo, Scopus e Web of Science, aumentando assim a sua visibilidade nos meios acadêmicos nacional e internacional. Em termos de conteúdo a nova RMCT passa a ter um perfil mais científico, devidamente alinhado a outras publicações do gênero, mas sem perder o seu foco original que é a divulgação da pesquisa científico-tecnológica voltada para a defesa e a segurança nacionais.

Todavia, não poderíamos deixar de destacar neste processo a figura do atual Comandante do IME, Gen Bda **Amir** Elias Abdalla Kurban, cujo empreendedorismo e visão de futuro tornaram possível essa mudança que, sem dúvida, conduz novamente a RMCT a uma posição de vanguarda como veículo de divulgação científico-tecnológica do Exército Brasileiro. Ao Gen Amir a nossa profunda gratidão e a promessa de que a nova RMCT será um sucesso no meio acadêmico nacional.

40 ANOS DE PÓS-GRADUAÇÃO NO IME

Formação de Recursos Humanos para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia do Brasil

Wilma de Araújo Gonzalez[a], Itamar Borges Júnior[a,b], José Luiz Lima Vaz[c] e Antônio Luís dos Santos Lima[d].*

[a]Seção de Engenharia Química (SE/5),
[b]Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa (PGED),
[c]Departamento de Ensino e Pesquisa (DEPq),
[d]Subdivisão de Ensino de Pós-graduação (SD/1);
**santoslima@ime.eb.br*
Instituto Militar de Engenharia – IME – Praça General Tibúrcio, 80 – CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro – Brasil.

Na comemoração dos 40 anos de Pós-graduação, o Instituto Militar de Engenharia (IME), organização militar subordinada ao Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) do Exército Brasileiro, celebra a consolidação e a busca pela excelência através de seus programas de Pós-graduação.

O funcionamento dos cursos de Pós-graduação do IME é coordenado pela Subdivisão de Pós-graduação (SD/1), setor equivalente a Pró-Reitoria de Pós-graduação de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). A SD/1 foi criada pelo pioneiro Major Lopes Pereira em 1969, e desde então vem sendo chefiada por servidores civis e militares. Para o seu funcionamento, há uma equipe de funcionários civis e militares e o Conselho de Pós-graduação (CPG). O CPG, presidido pelo chefe da SD/1, realiza reuniões ordinárias e extraordinárias com os coordenadores dos programas de Pós-graduação nas quais são discutidas todas as questões relativas à Pós-graduação do Instituto.

A Pós-graduação é a base para a formação de recursos humanos necessários ao desenvolvimento da ciência e tecnologia do País. O Exército, como instituição com vocação para o enfrentamento dos grandes problemas nacionais percebeu , nos anos sessenta, na figura de alguns visionários, que o Instituto não poderia deixar de prescindir da construção de programas de Pós-graduação tão necessário ao País.

Atualmente, o IME oferece três cursos de doutorado e oito de mestrado, reconhecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), órgão do MEC. O programa de mestrado em Engenharia Cartográfica é

apenas reconhecido no Sistema de Ensino de Exército, mas amparado pela legislação vigente e pela competência da formação oferecida, tem os seus egressos aceitos nos melhores programas de doutorado do País na área e ocupando posições importantes nos meios civil e militar.

Apesar do reduzido corpo docente e das particularidades do IME, a Pós-graduação no Instituto tem se caracterizado como propagador de iniciativas inovadoras. Em 1956 foi criada a Pós-graduação lato sensu com o curso de Especialização em Engenharia Nuclear e treze anos depois surgiu a Pós-graduação *stricto sensu*, com os cursos de Mestrado em Engenharia Nuclear e Química. O histórico dos primeiros 30 anos da Pós-graduação do IME estão descritos em artigo de Ronzani, Palazzo e Varandas (Ronzani, 1999).

Desde a criação de seus programas de Pós-graduação, o IME vem se destacando no cenário nacional pela qualificada produção científico-tecnológica, pelo caráter inovador e pelas posições de destaque ocupadas pelos seus egressos. Apesar de ter sido um dos pioneiros da especialização profissional e universitária no País, o IME enfrenta permanentemente o desafio de buscar avançar ainda mais a sua Pós-graduação, a fim de continuar na vanguarda de formação de recursos humanos altamente qualificados e produzir conhecimentos científicos relevantes para o Exército e o País.

Dentro do espírito inovador que levou à criação pioneira dos seus programas de Pós-graduação, desde 1980 o IME oferece aos seus alunos de graduação disciplinas voltadas ao fomento de vocações para a pesquisa científico-tecnológica, o que veio a ter impacto direto na qualidade dos alunos de Pós-graduação. Na década de 90, o Instituto aprovou no CNPq um projeto no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), que visa desenvolver o pensamento científico e a iniciação à pesquisa de estudantes de graduação do ensino superior. Na ocasião foram concedidas 20 bolsas de iniciação científica para o Instituto, de modo a fomentar e fortalecer a integração graduação/Pós-graduação. Em 2008, em função da qualidade dos cursos do IME, o CNPq transformou o PIBIC em outro programa inovador da Agência: o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, o PIBITI, que busca estimular estudantes do ensino técnico e superior a desenvolver e transferir novas tecnologias e inovação. Atualmente o Instituto possui 105 bolsas de estudo de iniciação científica concedidas pelo CNPq no PIBITI. Além destas, o IME possui 25 bolsas de iniciação a pesquisa, concedidas aos alunos de graduação civis e militares, da ativa e da reserva, pelo Programa de Bolsas de Iniciação a Pesquisa, PIBIC, da Fundação Ricardo Franco (FRF), Fundação de apoio ao IME. Estes programas em muito tem contribuído para o fortalecimento da integração entre a graduação e a Pós-graduação.

Em um processo crescente de integração e parcerias dos programas de Pós-graduação do IME com programas similares de outras instituições civis, os chefes da SD/1 têm participado ativamente de vários fóruns, tais como os Fóruns Regional e Nacional de Pró-Reitores, respectivamente FOPROP e ENPROP, de reuniões com outros órgãos de fomento, como CAPES, CNPq e FINEP, e de reuniões com outras instituições de ensino superior, nacionais e internacionais.

Ao longo do tempo a Pós-graduação no Instituto vem contribuindo para as mais variadas iniciativas nacionais. No final dos anos 90 o IME participou ativa-

mente das discussões do Livro Verde, das quais se originaram documentos, notas técnicas e contribuições escritas voltadas para o resgate da trajetória da Ciência e Tecnologia Brasileira e o estímulo à reflexão sobre seu futuro. Este Livro trouxe à luz o esforço nacional em mostrar que a Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I), é uma condição necessária de desenvolvimento, bem estar, justiça social e de exercício da soberania. Este documento também serviu como alicerce para os debates da Conferência Nacional da Ciência, Tecnologia e Inovação e serve ainda como base para as Diretrizes Estratégicas vigentes até 2010.

Em 2010, docentes do Instituto foram consultados pelo Ministro de Assuntos Estratégicos, Samuel Pinheiro Pinheiro Guimarães, para avaliar o conteúdo do Plano Brasil 2022 nos aspectos de pesquisa científico-tecnológica e defesa.

Na busca permanente do Instituto no sentido do fortalecimento dos programas de Pós-graduação e das linhas de pesquisa do Instituto, e do atendimento às necessidades do Exército, o devido alinhamento das ações está baseado no Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT) e nas Estratégias Políticas de Formação de Recursos Humanos do Governo, conforme diretrizes dos Ministérios da Defesa (MD), da Educação (MEC) e de Ciência e Tecnologia (MCT).

Durante o período 2001-2004, foram debatidas as estratégias para o fortalecimento dos cursos de Pós-graduação, cujas particularidades destacavam-se quando comparadas com os de outras IFES da mesma área. O desafio era como atender a demanda do Exército Brasileiro, as demandas de cada área do conhecimento e aos indicadores de avaliação da CAPES/MEC.

Uma das propostas surgidas naquela época, em reuniões do corpo docente do IME com a direção do Instituto, foi a criação de um Programa de Capacitação em Defesa como uma forma de fortalecimento da Pós-graduação. Os primeiros passos do IME neste sentido foram dados em 26 de novembro de 2002, em Brasília, durante o I Seminário sobre Diretrizes Estratégicas de CT&I para a Defesa Nacional, onde teve início o processo de interação entre as políticas de C,T&I (MCT) e de Defesa (MD), que visava:

- estimular a integração dos programas de C,T&I nos centros militares de pesquisa com os centros de pesquisa e universidades civis;
- fortalecer o envolvimento do setor industrial nas fases de desenvolvimento dos projetos de interesse da defesa;
- estimular a formatação de programas que contemplassem a característica dual da tecnologia;
- estabelecer programas conjuntos de longo prazo que envolvessem ações estratégicas de interesse para a defesa nacional.

Estas idéias foram incorporadas à Política de Defesa Nacional de 2005 e à Estratégia Nacional de Defesa de 2008. O passo seguinte foi apresentar ao então presidente do CNPq, Erney de Camargo, quando em visita ao IME em 2003, a proposta de Capacitação em Defesa para fortalecimento e/ou reformulação dos Programas de Pós-graduação, e o “O Programa Institucional Científico-Tecnológico de Apoio a Defesa e ao Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (CT Amazônia)”. O CNPq considerou importante e estratégico o tema “Defesa” articulado com a Engenharia no âmbito da Pós-graduação. O apoio do Prof. Erney foi fundamental para

os primeiros encontros em Brasília de representantes do Instituto com o presidente da CAPES, Prof. Jorge Guimarães, para apresentação de uma idéia preliminar de um programa de Pós-graduação na área de Defesa. Esta idéia preliminar foi retomada pelo Instituto em 2005 em outros moldes, com novo viés multi e interdisciplinar, que culminou com a aprovação pela CAPES em dezembro de 2008 do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa (PGED). Maiores detalhes deste Programa, incluindo o processo de concepção e criação, estão relatados no artigo sobre o PGED nesta revista.

O Programa de Capacitação em Defesa anterior, iniciativa antecessora ao PGED, em parceria com o CNPq, caracterizou-se por uma perspectiva de médio prazo, apoiando a realização de pesquisas e a formação de recursos humanos através do alinhamento das pesquisas desenvolvidas nos Programas de Pós-graduação então existentes no IME, em áreas estratégicas para Segurança e a Defesa do País. As pesquisas envolvidas neste programa institucional, multidisciplinar, de médio prazo, e a formação de recursos humanos em áreas estratégicas para segurança e a Defesa do País, abrangiam todos os Programas de Pós-graduação então existentes. Alguns dos projetos foram desdobrados e continuam sendo desenvolvidos, tais como a Operação Ricardo Franco (ORF), descrita a seguir.

A ORF é uma atividade acadêmico-militar realizada com os alunos do quinto ano de graduação do IME e os de Pós-graduação, que realizam pesquisas vinculadas a projetos na Amazônia. Durante um período de duas semanas, estes alunos, junto com professores orientadores e oficiais do Corpo de Alunos, são distribuídos em diversos quartéis e locais onde são desenvolvidos projetos, localizados na região amazônica, onde tem a oportunidade colocar em prática parte do conhecimento adquirido nos bancos escolares.

A primeira ORF ocorreu em novembro de 2003. Esta consistiu no envio de mais de 100 alunos de graduação e em cerca de 10 alunos de Pós-graduação do IME, de todas as especialidades - Construção, Eletricidade, Eletrônica, Comunicações, Mecânica e Armamento, Mecânica e Automóveis, Química, Cartografia e Computação - para prestarem serviços de engenharia junto às organizações militares de quatro guarnições, a saber, Manaus, Santarém, São Gabriel da Cachoeira e Porto Velho. Desde então, a ORF ocorre anualmente em junho e tem permitido dar prosseguimento às atividades iniciadas na primeira operação.

As atividades de ciência e tecnologia (C & T) no Brasil e no IME dependem principalmente dos investimentos de órgãos de fomento federais, estaduais e municipais. Tais atividades são tradicionalmente desenvolvidas em dois eixos principais: a) atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia (P&D&E) e; b) atividades científicas e técnicas correlatas – envolvendo predominantemente investigações por meio de pesquisas básicas. As atividades de fomento desenvolvidas pelos órgãos públicos tais como CNPq, CAPES, FINEP e a FAPERJ, são cruciais para estes fins. Os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, criados a partir de 1999, são também instrumentos fundamentais de financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação associados aos Programas de Pós-graduação. A Pós-graduação do IME é muito devedora de todas estas ações.

Do exposto, o IME, nestes quarenta anos dos programas de Pós-graduação, vem contribuído com a formação de pessoal altamente qualificado para o meio civil

e militar. Os mais de mil mestres e doutores formados até esta data produziram conhecimento em áreas básicas e em assuntos relacionados com as necessidades da Força Terrestre e do País. Os artigos desta edição da RMCT, ao apresentar um retrato dos últimos 40 anos, não apenas descrevem uma história rica de sucessos, mas também apontam os caminhos que a Pós-graduação do IME deverá trilhar para construir um futuro ainda mais brilhante.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Ronzani, E. R.; Pallazo, M., Varandas, G.; Histórico da Pós-graduação no IME. Revista Militar de Ciência e Tecnologia, ***1999****, XVI, 2.*

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES

José Renato Moreira Silva Oliveira[a], Luiz Antônio Vieira Carneiro[a], Maria Esther Soares Marques[a]*

[a]Seção de Engenharia de Fortificação e Construção,
Instituto Militar de Engenharia – IME; Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brazil.
** jrmso@terra.com.br*

ABSTRACT

This paper presents a brief history of the Graduate Program in Transportation Engineering of the Military Institute of Engineering. The remarkable aspects of the course are discussed as well as its objectives, infrastructure, teaching, researching performance and future prospects.

RESUMO

Este artigo apresenta um breve histórico sobre o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia. São abordados os principais fatos marcantes do curso, bem como, os objetivos, infraestrutura, desempenho de ensino e pesquisa, e perspectivas futuras.

Keywords: Transportation, Graduation, Planning and Operation, Infrastructure

HISTÓRICO DO CURSO

O Curso Mestrado em Engenharia de Transportes do IME (PG Transportes) foi criado em 1977 com recursos do Grupo Executivo para Implantação da Política de Transportes (GEIPOT), a partir dos resultados positivos de cursos de especialização em transporte ferroviário e em portos que já eram realizados pelo IME. Pioneiro na área de Transportes, o curso obteve, após funcionamento experimental durante os anos de 1977, 1978 e 1979, o seu primeiro credenciamento junto ao Conselho Federal de Educação, através do Parecer nº 1212/80 de 06/11/1980. Em 02 de abril de 1986 foi recredenciado através do Parecer nº 431/86, com validade até 06 de novembro de 1989. Em janeiro de 1987, com a criação do Departamento de Engenharia de Sistemas no IME, o Programa foi transformado em área de concentração e, juntamente com as áreas de Pesquisa Operacional, de Informática e de Cartografia, passou a compor o curso de Pós-Graduação em Sistemas e Computação, vinculado àquele Departamento.

A partir de 1994, o curso de Transportes voltou a funcionar de forma independente, tendo em vista suas características que o distinguem das outras três áreas citadas anteriormente. Durante aquele ano só foi ativada a área de Planejamento

e Operação de Transportes e a partir de 2004 também a área de Infraestrutura de Transportes. Nos anos posteriores o Exército Brasileiro passou a mantê-lo com verbas orçamentárias de custeio e de projetos específicos, patrocinados por outros órgãos da Força Terrestre, como o Estado Maior do Exército, o Departamento de Engenharia e Construção (DEC), o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) e a Diretoria de Transportes e Mobilização (DTM). A partir do final da década de 90 e até hoje, outros recursos também foram obtidos por meio de convênios e projetos de pesquisa com órgãos tradicionais de fomento ao ensino e à pesquisa, tais como CNPq, CAPES, FINEP, FAPERJ e de órgãos com atribuições na área de transportes, como o Ministério dos Transportes, o DNIT e a Secretaria de Transportes do Estado do Rio de Janeiro.

EVOLUÇÃO DO CURSO

A estrutura do Mestrado em Engenharia de Transportes agrega os interesses do Exército, dos alunos e das suas instituições de origem, enfocando os transportes de maneira sistêmica, de modo multidisciplinar e intermodal, contribuindo de forma relevante para o desenvolvimento da Pós-Graduação nacional.

A seleção dos alunos visa ao aproveitamento, tão somente, dos candidatos que apresentam melhor capacitação técnico-profissional e potencial para desenvolver o curso de Pós-Graduação pretendido. O processo seletivo segue o que a legislação institucional prescreve em suas Instruções Reguladoras para a Inscrição e a Matrícula em cursos de Pós-Graduação (IR-13-02). As diversas atividades a que o aluno, candidato ao Mestrado, é submetido são expressas, para efeitos de integralização curricular, em unidades de crédito. Um crédito corresponde a 15 horas de aula teórica ou 30 horas de aula prática ou de laboratório por período letivo. Todas as disciplinas têm, no mínimo, 45 horas de aula equivalendo a três créditos.

A necessária articulação entre o ensino e a pesquisa realiza-se por uma sequência ordenada de disciplinas teóricas, exercícios práticos, seminários e visitas a órgãos e empresas de transportes. O rendimento escolar é avaliado por disciplina, abrangendo os aspectos de assiduidade e eficiência, ambos eliminatórios. No primeiro ano, com três períodos, os alunos aprendem novas técnicas e enfoques que culminam com a proposta de dissertação no terceiro período. O IME confere um diploma e o título de “Mestre em Ciências”, na especialidade correspondente, ao aluno que completa o programa de Pós-Graduação. Em relação aos créditos, deverá cumprir as exigências previstas na NICPG (Normas Internas dos Cursos de Pós-Graduação, IME).

As Áreas de Concentração

A partir de 2004, o programa alterou sua estrutura acadêmica em função de observações dos relatórios CAPES e do interesse do DEC, que recebe as solicitações de engenheiros militares para ingresso no Curso. Desde então, há duas áreas de concentração: Planejamento e Operação de Transportes, já anteriormente existente, e Infraestrutura de Transportes. Criar essa nova estrutura foi possível devido ao doutoramento de oficiais professores e abertura de concurso de admissão para

professores civis para essa nova área de concentração e para o fortalecimento da primeira.

A área de concentração de Planejamento e Operação de Transportes ocupa-se do ensino, da pesquisa e do desenvolvimento de modelos científicos e tecnológicos aplicáveis ao planejamento e à operação dos diversos modos e sistemas de transporte de cargas e de passageiros, em nível nacional, regional e urbano. Esta área de concentração tem as linhas de pesquisa de Planejamento e Avaliação de Sistemas de Transportes, Gestão Ambiental de Sistemas de Transportes e Logística e Otimização de Sistemas de Transportes. Os professores participam também do Grupo CNPq de Pesquisa Operacional e Logística em Engenharia de Transportes.

A área de concentração de Infraestrutura de Transportes ocupa-se do ensino, da pesquisa e do desenvolvimento de materiais, metodologias e técnicas inovadoras aplicáveis ao projeto, à construção, à manutenção e ao gerenciamento de vias e terminais. Esta área tinha, até 2006, duas linhas de pesquisa: Engenharia de Estradas e Portos e Hidrovias. Em 2007, o fortalecimento do grupo de infraestrutura permitiu a incorporação à PG Transportes da linha de pesquisa do CNPq em Infra-estruturas e Meio Ambiente em Engenharia de Transportes, existente no IME desde 2003, porém desenvolvida em outro departamento. Nesta linha são estudados o comportamento e as propriedades de materiais e estruturas utilizados nas infraestruturas dos modais de transportes.

Cabe ressaltar que, embora sejam duas as áreas de concentração, há trabalhos de pesquisa desenvolvidos em conjunto, na maioria dos casos com a realização de pesquisas multidisciplinares. Como exemplos, podem ser citados o Projeto de Sistema de Gestão Ambiental para Atividades Militares aprovado pela CAPES e pelo Ministério da Defesa (edital CAPES/Pró Defesa – 2008/2012) e o Projeto de Banco de Dados Associados à Gestão Ambiental de Obras Fluviais, financiado pelo CNPq que foi desenvolvido no período 2007-2009. O artigo de Silva e Vieira (2008) apresentado na First International Conference on Transportation Infrastructure é um dos resultados desse projeto.

As disciplinas básicas Otimização I e II, Estatística Aplicada aos Transportes, Impactos Ambientais dos Transportes (que inclui instalação e operação de projetos de transportes), Capacidade dos Modos de Transportes, Avaliação de Projetos de Transportes, Estrutura da Informação e o estudo de pelo menos um sistema de transporte, são básicas para ambas as áreas, por fornecerem as ferramentas analíticas e técnicas necessárias para o dimensionamento correto da infraestrutura viária e da operação dos vários modos de transportes.

Observa-se uma tendência de consolidação da área de infraestrutura, com a oferta de novas disciplinas desde 2007, a exemplo de Obras de Terra em Infraestrutura de Transportes (2007), Teoria da Elasticidade e Métodos Computacionais (2009) e Mecânica dos Solos Avançada (2009).

A infraestrutura do Programa

A Biblioteca Setorial do Programa de Pós-Graduação foi reformada e tem sido adquiridos anualmente títulos na área de transportes, objetivando um melhor atendimento às necessidades associadas às referências bibliográficas fornecidas nas

ementas dos cursos.

A Seção de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção possui além do laboratório de informática, 4 laboratórios técnicos: Hidráulica, Materiais de Construção e Concreto, Solos, Ligantes e Misturas Betuminosas, descritos a seguir:

Laboratório de Hidráulica

Criado há mais de meio século e considerado um dos mais importantes do país, teve a modernização de seus equipamentos em 2003. Em 2010 o Laboratório de Hidráulica sofreu um reforma, com a incorporação de sala de aulas. Os principais equipamentos deste laboratório são os seguintes: turbina Pelton, turbina Michell-Banki, turbina Francis com e sem caixa espiral, geradores elétricos de 5kW, batedor de ondas, bombas centrífugas, canal aberto de inclinação variável, vários viscosímetros como o Saylbolt, o de Engler, o de Höppler, bocais, vertedouros, tubo de Pitot, molinete, pluviômetro, estação de tratamento de água compacta (Figura 1). As experiências realizadas com maior frequência no laboratório são: medidas de pressão, determinação do número de Reynolds, experiência de Torricelli, determinação de viscosidade, determinação de perda de carga em tubos, estudo de vertedores, ensaio de tubo de Pitot, estudo de bocais e orifícios, estudo de corpos flutuantes, medição de vazão em canais, estudo de escoamento em canais, ressalto hidráulico, determinação de curvas características de bombas centrífugas, análise da estabilidade de corpos flutuantes, estudos de tratabilidade de águas e simulações de operação de centrais hidroelétricas.

Figura 1. Laboratório de Hidráulica: detalhe das turbinas e dos experimentos.

Laboratório de Materiais de Construção e Concreto

Possui equipamentos necessários ao controle tecnológico dos diversos materiais empregados na construção civil, permitindo a avaliação das características físicas e mecânicas de materiais como madeira, cimento, agregados, aço, concreto e materiais compósitos, betuminosos e cerâmicos. Os principais equipamentos desse laboratório são cinco prensas da marca AMSLER, sendo uma universal com capacidade de 500 kN, que realiza ensaios de tração em corpos-de-prova de aço, de compressão e de flexão em corpos de prova de concreto e outras quatro para ensaios de compressão, sendo uma com capacidade de 60 kN para corpos de prova de madeira, a segunda de 30 kN para corpos de prova de argamassa, a terceira

de 1000 kN para corpos de prova de concreto convencional, e a última de 5000 kN (uma das poucas existentes no país), para a realização dos ensaios com concreto de alta resistência (Figura 2). As duas últimas prensas citadas foram modernizadas em 2008-2009, com o acoplamento de sistema de aquisição de dados e controle de carga por deslocamento. Em dezembro de 2008 foi iniciada a reforma do laboratório de Materiais de Construção e Concreto, que engloba a modernização das instalações físicas e das prensas de 500 kN e 5000 kN de capacidade, com verbas do DEC, do DCT e da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Com a conclusão dessa obra esse laboratório passou a ser capacitado a realizar ensaios preliminares físico-químicos de materiais e ensaios de compressão uniaxial, tração uniaxial e de flexão automatizados.

a)

b)

c)

d)

Figura 2
a) Vista da prensa de 500 kN.
b) Vista da prensa de 1000 kN.
c) Vista da prensa de 5000 kN.
d) Detalhe de ensaio em andamento

Laboratório de Solos

Dispõe de todos os equipamentos necessários à realização dos ensaios de caracterização, compactação, índice de suporte Califórnia, adensamento, permeabilidade, cisalhamento direto, compressão triaxial estática e compressão triaxial com carga repetida (Figura 3). A prensa do equipamento triaxial estático foi substituída por um modelo automatizado que permite a programação de ciclos de carga com velocidade controlada. Também o equipamento triaxial dinâmico tem permitido a realização de um grande número de estudos e pesquisas relativos ao comportamento resiliente de solos tropicais brasileiros utilizados em pavimentação rodoviária, principalmente na região amazônica. Um moderno sistema de aquisição de dados, com oito canais de entrada, células de carga, transdutores de pressão e de deslocamento, permite a automatização da maioria dos equipamentos de ensaios convencionais. Em 2007 foi realizada a automação de uma das prensas de adensamento. Em 2008, as obras de reforma e construção também se estenderam ao Laboratório de Solos. Nessa reforma foi adaptada uma sala isolada, que passou a ser a sala de ensaios à temperatura controlada, onde serão realizados os ensaios de adensamento e triaxiais com controle de temperatura.

a)

b)

Figura 3. a) vista do laboratório de Mecânica dos Solos, b) detalhe de ensaio de determinação do Módulo Resiliente

Laboratório de Ligantes e Misturas Betuminosas

É o mais recente de todos, inaugurado em 2008, com mais de 200 m^2 de área construída e concebido com o objetivo de proporcionar os mais modernos equipamentos de análise dos materiais empregados em pavimentação asfáltica aos alunos de graduação e de Pós-graduação. O laboratório (Figura 4) está capacitado para realizar todos os ensaios de caracterização dos diversos tipos de ligantes asfálticos convencionais (cimento asfáltico de petróleo, emulsão asfáltica e asfalto diluído), além de poder desenvolver estudos e projetos relativos à dosagem, e ao comportamento mecânico de misturas asfálticas a frio e a quente. Está equipado, também, para a realização de estudos e pesquisas relativas à manutenção e gerência de pavimentos asfálticos. Dentre os principais equipamentos, destacam-se viscosímetros, ductilômetros, fornos, extratores de betume, destiladores, penetrômetros, estufas rotativas, aparelho simulador de tráfego LWT, aparelho de abra-

são por via úmida WTAT, compactadores Marshall, prensas, extratores de amostra, banhos-maria, entre outros. Além de possuir os mais modernos equipamentos de caracterização de ligantes asfálticos e de comportamento de misturas betuminosas, o laboratório também dispõe de moderno sistema de ensaios triaxiais de carga repetida, com o qual podem ser realizados estudos relativos ao comportamento resiliente de materiais, que serão usados nas diversas camadas do pavimento, bem como ao comportamento à fadiga de misturas asfálticas usadas nos revestimentos. O novo Laboratório já dispõe, também, de equipamentos não convencionais para estudo de envelhecimento e de caracterização de asfaltos modificados por polímeros, que permitem a realização de uma vasta gama de estudos e pesquisas relativas ao comportamento de ligantes e de revestimentos asfálticos brasileiros. Além disso, com a reforma, uma nova sala de aula foi anexada aos laboratórios.

a) *b)*

Figura 4. a) vista geral do laboratório de Misturas Asfálticas, b) detalhe do viscosímetro

Pesquisas e Projetos Desenvolvidos

Os pesquisadores da PG atuam também em grupos de pesquisa de outras especializações do IME e de outras instituições, conforme descrito a seguir:

– Grupos do CNPq Obras de Terra e Geotecnia Marinha e Ambiental e Métodos dos Elementos de Contorno e Mecânica Computacional. Coordenados pela COPPE/UFRJ;

– Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Reabilitação do Sistema Encosta-Planície da UFRJ, coordenado pela COPPE/UFRJ;

- Rede Latino Ibero Americana de estudo em pólos geradores de viagens.

- Análise dos sistemas logísticos e de transportes do corredor Centro-Oeste – Alogtrans. Apoiado (FINEP);

- Fórum Canadá-Brasil de Ciência, Tecnologia e Inovação. Desenvolvimento de Turbina Hidráulica de Baixas Quedas (MCT/Governo do Canadá);

- GLCMA – Grupo de Logística, Construção e Meio Ambiente (DCT);
- Linha de Pesquisa Qualidade e Produtividade em Transportes (University of Wisconsin-Lacrosse/Rowan University);
- Projeto de Pesquisa PADCT-Rio 2006 – módulo III, Identificação de Características de Estruturas em Serviço (COPPE/UFRJ).

A PG Transportes, além de apoiar os projetos e obras desenvolvidos pelo Departamento de Engenharia de Construção, desenvolve projetos técnicos, a exemplo de alguns citados a seguir:

- Projetos Ambientais do Porto de Sepetiba. Monitoramento Ambiental da Baía de Sepetiba;
- Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) da Dragagem de Aprofundamento do Canal de Navegação e Bacias de Evolução do Porto Organizado de Santos (SP);
- Projeto Executivo de Pontes na Região Amazônica (Figura 5a);
- Projeto de Portos na Região Amazônica (Figura 5b);
- Projeto Executivo de Recuperação do Porto de São Francisco do Sul;
- Projeto da UHE de Artibonite 4C, no Haiti (Figura 6).

a) *b)*

Figura 5. a) Ponte sobre o Rio Tupanã b) Porto Cai N'Água (Marques, Oliveira e Souza, 2008)

Figura 6. Vistoria ao Rio Artibonite pela equipe do IME e da EDH (empresa de eletricidade do Haiti).

A seguir estão descritos alguns dos projetos de pesquisa sob coordenação de professores da PG Transportes:

1) 2 Bolsas de Produtividade do CNPq: Gerenciamento da Mobilidade Urbana através da integração do Transporte individual com o Transporte Público e Propriedades e Comportamento de Solos Compressíveis em Obras de Terra;

2) Estudos Teóricos e Experimentais Envolvendo Barras de Compósitos de Resina e Fibras (FRP);
3) Concreto Blindado para Segurança e Proteção contra Armas Balísticas (FAPERJ);
4) Banco de Dados Associados a Gestão Ambiental de Obras Fluviais (CNPq);
5) Sistema de Gestão Ambiental para Atividades Militares (Edital Pró-Defesa CAPES/Min Defesa);
6) Avaliação de Trafegabilidade de Solos Tropicais com o uso de GPR (FAPERJ);
7) Pontes desmontáveis de materiais compósitos de fibra de vidro (DCT/DEC/CNPq);

Dissertações com propostas inovadoras em suas áreas de conhecimento

Para ressaltar a seriedade e relevância do trabalho científico/acadêmico desenvolvido pelos corpos docente/discente de nosso curso, a seguir são apresentados alguns trabalhos considerados de destaque ao longo dos últimos anos e as respectivas premiações:

1) Prêmio à dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes: Subsídios para a Gestão Ambiental do Transporte Hidroviário Interior no Brasil, de autoria de Sandro Filipo e orientação de Maria Cristina Sinay. Segundo lugar. Outorgado pela Associação de Empresas de Engenharia do Rio de Janeiro, 2002;
2) Prêmio Dirceu de Alencar Velloso, para o trabalho Estudo de Comportamento Mecanístico de Solos da Região Amazônica e seu Inter-relacionamento com suas Propriedades Físicas e Mecânicas (Chagas, Silveira e Vieira, 2005), outorgado pela Associação das empresas de Engenharia do Rio de Janeiro AEERJ, 2005;
3) Prêmio PETROBRAS de Tecnologia de Produtos – Edição 2006/2007 – Categoria: Melhor Dissertação de Mestrado com o Trabalho: “Comportamento de Solos do Estado do Rio de Janeiro Estabilizados com Emulsão Asfáltica”, de autoria de Giuseppe Miceli Jr. sob orientação do Prof. José Renato de Oliveira;
4) Dissertação de Mestrado “Metodologia de produção e emprego de agregados de argila calcinada para pavimentação”, (Cabral 2005) orientadores Álvaro Vieira e Luiz Antônio Silveira Lopes. Prêmio Dirceu Velloso de Melhor Dissertação na Área de Engenharia Civil do Biênio 2003-2005, concedido em 2008 pela Associação das Empresas de Engenharia do Estado do Rio de Janeiro, AEERJ;
5) O IME foi indicado por dois anos consecutivos para compor a lista tríplice que concorreu ao prêmio de Melhor Instituição de Ensino da área Ferroviária concedido pela Revista Ferroviária.

PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Atualmente no Brasil, com o Programa de Aceleração do Crescimento, a previsão de investimentos de 2007 a 2010 é de R$ 58,3 bilhões em infraestrutura logística, que engloba todos os modais de transportes. Mais significativa que o montante de investimento é a divisão dos recursos, porque 48% dos investimentos serão aplicados nas regiões Norte e Nordeste, onde justamente há a maior concentração dos Batalhões de Engenharia do Exército e das obras onde a Engenharia de Cons-

trução do Exército atua. Como exemplos podem ser citados os projetos de construção da BR-163 (Santarém-Cuiabá), da BR-319 (Manaus-Porto Velho), da BR-101 (duplicação trecho Nordeste) e o projeto Pequenos Portos na Região Amazônica (Porto Velho, Manaquiri, Urucará, Eirunepé e Novo Airão). Esses fatores formam um cenário propício para a evolução permanente do mestrado da PG Transportes, pois será necessário suprir o mercado com profissionais especializados para o desenvolvimento daquelas atividades.

Até 2006, a produção acadêmica era focada principalmente em artigos em congressos, e alguns poucos e esporádicos artigos em revista. Em 2007, uma mudança de paradigma foi adotada, privilegiando as publicações em revistas indexadas de relevância internacional. De 2008 em diante, a produção as manteve em patamar elevado, principalmente no que se refere às revistas indexadas, o que é fruto direto do aumento da qualidade da pesquisa. Além disto, houve aumento do quadro de professores que em 2010 chegou 12 professores permanentes e 5 professores colaboradores.

Outras informações pertinentes

Nesses 30 anos de atuação, o Programa formou 228 Mestres, dentre os quais 54 militares e 174 civis, esses últimos oriundos de importantes entidades do país da área de transportes, tais como: Ministério dos Transportes, RFFSA, GEIPOT, CBTU, Secretarias Estaduais/Municipais de Transportes, PETROBRAS, ENGEFER, CVRD e MRS Logística. Um ponto forte do programa é a participação ativa dos professores na formação dos graduados, incentivando a pesquisa desde o 2º ano da graduação, com as tutorias em Tema Dirigido, no 3º ano, com a orientação de trabalhos de Iniciação à Pesquisa e nos 4º e 5º anos, com orientações de trabalhos de Iniciação Científica e Projeto Final de Curso. Na maioria dos casos, os temas orientados são afins com a pesquisa em andamento na pós-graduação. Cabe ressaltar que em todos os exames nacionais de cursos, popularmente conhecidos como “provão”, do MEC, o Curso de Graduação em Engenharia de Fortificação e Construção conquistou o conceito máximo “A”, evidenciando seu compromisso com um ensino e formação de qualidade e excelência. Os trabalhos desenvolvidos por alunos da graduação, na maioria dos casos, têm sido de excelente qualidade, atestando também a dedicação dos alunos de graduação do IME. Neste caso, o contato desses alunos com a PGT já é um estímulo ao seu retorno para cursar o Mestrado no Programa.

Outro fator importante é o tempo de conclusão do Mestrado, que é em média de 25 meses. Este baixo tempo de conclusão é fruto dos bons resultados dos 3 Seminários de Acompanhamento da Pesquisa que os mestrandos realizam ao longo do período de pesquisa de Dissertação.

O Mestrado em Engenharia de Transportes tem uma atuação expressiva na área de ensino e pesquisa do país, comprovada pela contínua participação nos congressos da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO), Associação Brasileira de Pavimentação (ABPv), Associação Brasileira de Mecânica dos Solos (ABMS), Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), Rio de Transportes e diversos congressos internacionais

de transportes e áreas afins, entre os quais se pode citar ICIL, CLAPTU, PANAM e PLURIS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabral, G. L. L. ***2005****. Metodologia de Produção e Emprego de Agregados de Argila Calcinada para Pavimentação. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, IME, Rio de Janeiro, Brasil.*

Chagas, G.L.L, Silveira, LA.S, Vieira, A. ***2004****. Metodologia de Produção e emprego de agregado de argila calcinada para pavimentação. 34º RAPv, Rio de Janeiro.*

Fillipo, S. ***1999****. Subsídios para a Gestão Ambiental do Transporte Hidroviário Interior no Brasil. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, IME, Rio de Janeiro, Brasil.*

Marques, M.E.S., Oliveira, J.R.M.S. & Souza, A. I. ***2008****. Caracterização de um depósito sedimentar mole na região de Porto Velho. XIV Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Búzios, RJ, 23 a 26 de agosto.*

Miceli Jr. G. ***2006****. Comportamento de Solos do Estado do Rio de Janeiro Estabilizados com Emulsão Asfáltica. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, IME, Rio de Janeiro, Brasil.*

Silva, P. A. L. ; Vieira, A. ***2008****. A new approach for the road construction statistichak quality control. In: International Conference on Transportation Infrastructure, Beijing, China.*

OS PRIMEIROS 38 ANOS DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA (PPGEE) DO IME

Maurício Henrique Costa Dias[a,], Geraldo Magela Pinheiro Gomes[a], José Carlos Araújo dos Santos[a], Antonio Eduardo Carrilho da Cunha[a]*

[a]Seção de Engenharia Elétrica (SE/3);
Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brazil.
**mhcdias@ime.eb.br*

ABSTRACT

In 2009, the Electrical Engineering Program of Brazilian Military Institute of Engineering (PPGEE / IME) celebrated its 38th birthday. PPGEE / IME is actually one of the oldest Brazilian graduation programs in Electrical Engineering. Along these almost four decades, PPGEE / IME has managed to provide graduated electrical engineers to Brazilian Army and society, who are able to perform high level research. The program also manages to keep track of the strategic changes in the Brazilian education directives and of the Brazilian Army goals regarding education and training of its personnel for science and technology. These accomplishments of PPGEE / IME are attested mainly by the quality of its more than 270 approved master dissertations, by pioneering and innovation present in many of those texts, by various papers published in peer-reviewed periodicals, books and books chapters authored by its professors and alumni, and by the success that many of our former graduate students have later achieved professionally.

RESUMO

Em 2009 o Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Militar de Engenharia (PPGEE/IME) celebrou seu 38º aniversário. O PPGEE/IME é de fato um dos mais antigos programas de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Brasil e ao longo dessas quase 4 decádas tem sido capaz de formar Engenheiros Eletricistas Pós-Graduados, capazes de desenvolver pesquisas de alto nível, para o Exército Brasileiro e para a sociedade. O programa também tem sido capaz de acompanhar as mudanças estratégicas nas diretrizes da educação brasileira e nos objetivos do Exército Brasileiro em termos de educação e formação do seu pessoal para a ciência e tecnologia. Essas realizações do PPGEE/IME são atestadas principalmente pela qualidade de suas mais de 270 dissertações defendidas, pelo pioneirismo e inovação presentes em muitos dos seus textos, por vários artigos publicados em periódicos, livros e capítulos de livros de autoria de seus professores e alunos e pelo sucesso que os seus ex-alunos tem obtido profissionalmente.

Keywords: Military Institute of Engineering, Electrical Engineering, Graduation Programs, Brazilian Education System.

INTRODUÇÃO

Em 2009, a Pós-graduação stricto-sensu do Instituto Militar de Engenharia comemorou 40 anos de existência. A semente da implantação da Pós-graduação no IME é, na verdade, ainda mais antiga: em 1957, o IME ofereceu pela primeira vez um curso de especialização em Engenharia Nuclear. As bases lançadas na forma de cursos de especialização culminaram no início efetivo da PG stricto-sensu em 1969, com a criação dos cursos de mestrado em Química e em Engenharia Nuclear. No ano seguinte, o IME tomou as medidas estruturais para a implantação definitiva da PG stricto-sensu, que resultaram na criação, autorizada pelo MEC, dos mestrados em Ciência dos Materiais e em Engenharia Elétrica. Assim, em 1971 iniciou-se a primeira turma do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do IME - PPGEE, um dos pioneiros do país.

Ao longo dos últimos 38 anos, o PPGEE do IME sempre foi um programa pequeno, com dificuldades para se manter ativo e cumprir sua missão principal: formar recursos humanos capacitados a realizar pesquisa científica de alto nível nos ramos da Engenharia Elétrica em que atua. Ainda assim, o PPGEE vem cumprindo este papel, procurando acompanhar as mudanças estratégicas dos rumos da Educação no país e dos objetivos de formação de recursos humanos e de capacitação em Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro.

Este texto tem por objetivo apresentar um breve histórico do PPGEE, em alusão ao marco comemorativo dos 40 anos de Pós-graduação stricto-sensu do IME. Além de dados passados, as características principais atuais do programa são discutidas resumidamente. Por fim, um esboço de visão de futuro do programa também é apresentado.

HISTÓRICO DO CURSO

Origens

O marco inicial mais provável das atividades de investigação científica em Engenharia Elétrica no IME remonta ao início da década de 50, quando um oficial engenheiro, aqui graduado, foi designado para frequentar o curso de mestrado na área de Sistemas de Controle da Universidade de Stanford, nos EUA. Este oficial era o então Maj Eng Eltr Haroldo Correa de Mattos, que na década de 80 viria a ser Ministro das Comunicações na gestão do Presidente Figueiredo, sendo o primeiro Mestre em Ciências em Sistemas de Controle do Brasil. Retornando de Stanford em meados daquela década, veio novamente para o IME, quando então implantou o Laboratório de Sistemas de Controle do então Departamento de Engenharia Elétrica (DE/3), cujo início de funcionamento ocorreu em 1961. O Exército Brasileiro é, portanto, pioneiro no ensino e na pesquisa de Sistemas de Controle no Brasil. A Figura 1 traz algumas imagens do laboratório de Sistemas de Controle na sua forma original.

Entre 1961 e 1970 os trabalhos desenvolvidos em Sistemas de Controle se limitaram aos Projetos de Fim de Curso de graduação de interesse do Exército. Com a criação do PPGEE em 1970, a partir de 1971 o IME passou a formar também recursos humanos em nível de mestrado na área de Sistemas de Controle.

O PPGEE foi criado originalmente com duas áreas de concentração (AC). A

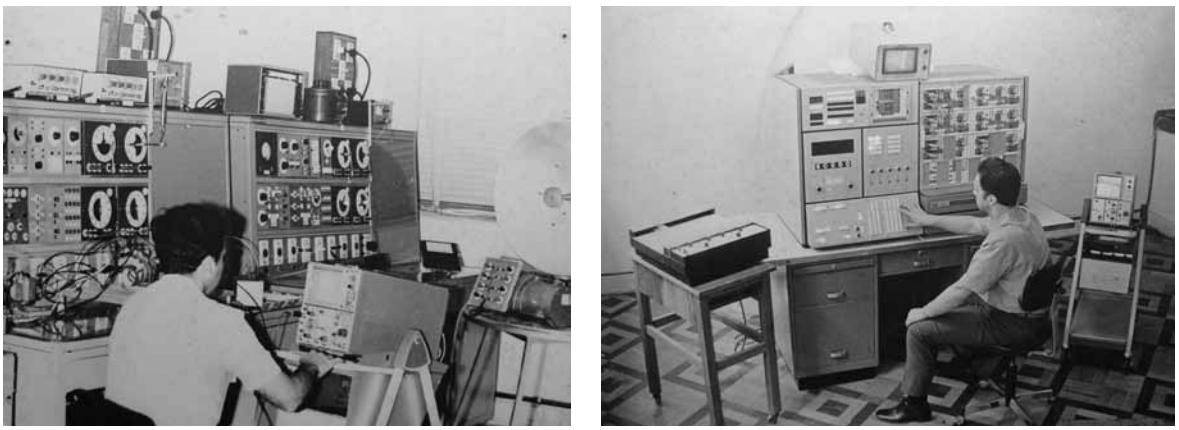

Figura 1 – Laboratório de Sistemas de Controle, (década de 60).

área de Sistemas de Controle, motivadora maior da criação do curso, e a área de Eletromagnetismo Aplicado. Em Sistemas de Controle, os trabalhos se dividiam ainda em duas linhas de pesquisa (LP): Teorias e Métodos; e Tecnologias Básicas. Na AC de Eletromagnetismo, as LP eram: Ondas Guiadas; e Antenas e Propagação. A motivação para a criação desta AC veio do próprio Exército, interessado em trabalhos aplicáveis ou de alguma utilidade para seus sistemas fixos de rádio-comunicação de longa distância, operados principalmente em HF (por comunicação ionosférica).

Os primeiros 15 anos (1971-1985)

Primeiros Trabalhos

A primeira dissertação do PPGEE foi na AC de Sistemas de Controle, e foi defendida em 5 de julho de 1972, com o título "Propriedades Geométricas das Regiões de Controlabilidade em Sistemas Controlados por Pulsos Modulados em Frequência". Seu autor foi o então Maj José Augusto Mariz de Mendonça. Em 16 de agosto de 1974, o aluno civil Emanoel Paiva de Oliveira Costa defendeu a primeira dissertação da AC de Eletromagnetismo Aplicado: "Conjunto de Antenas de Abertura em Cilindros Condutores". Uma lista completa dos trabalhos defendidos no programa encontra-se na página do PPGEE na internet (www.pgee.ime.eb.br).

É importante destacar o papel de oficiais Engenheiros Militares aqui formados e de outros ex-docentes do PPGEE daquela época. Vários deles contribuíram para a criação dos cursos de Pós-graduação em Controle na PUC-Rio e na UFRJ, na década de 70. Ainda, alguns mestres egressos do PPGEE reforçaram o corpo docente do CETUC da PUC-Rio, em Eletromagnetismo Aplicado e Sistemas de Comunicações, nos anos 80.

A segunda dissertação do PPGEE foi defendida em 11 de setembro de 1973, por Jacob Frajderberg, com o título "Realização de um Filtro ativo em Altas Frequências". Curiosamente, o tema desse trabalho não estava perfeitamente alinhado com as AC criadas, mas refletia bem a capacitação do corpo docente daquela época, que era muito forte em Eletrônica Analógica, com foco especial em aplicações voltadas para televisão. Um dos professores dessa época era o então Maj Alcyone Fernandes de Almeida Junior, já famoso por sua contribuição ao Sistema Brasileiro de TV, com a criação do esquema de codificação de cores PAL-M. Várias dissertações de mestrado foram defendidas em temas ligados

diretamente à Eletrônica (circuitos) nos primeiros quinze anos do PPGEE.

Trabalhos Pioneiros e de Destaque

Em dezembro de 1977, a primeira dissertação do PPGEE em Processamento de Sinais (voz) foi defendida pelo então Ten Cel Roberto Miscow Filho, com o título "Levantamento de Características da Língua Portuguesa utilizáveis no Processamento Digital dos Sinais de Voz". Como outros trabalhos da época, essa dissertação também não estava alinhada diretamente às duas AC formais, mas trazia uma carga grande de inovação, e foi pioneira no Rio de Janeiro. Mesmo sem estrutura de laboratórios para experimentos deste tipo no IME, o Ten Cel Miscow contou com apoio do INPE (São José dos Campos), para realizar os ensaios experimentais necessários. Pode-se afirmar que este trabalho foi o embrião da criação da LP de Processamento de Sinais, alguns anos depois (1985), por iniciativa do próprio (então) Cel Miscow e do Cel Alvaro Simões, outro militar que defendeu dissertação sobre processamento de voz (1979).

Em agosto de 1978, Ricardo Tanscheit defendeu a dissertação intitulada "Controle de Processos por Lógica Nebulosa", possivelmente uma das primeiras dissertações de mestrado no Brasil sobre lógica nebulosa (fuzzy). Este trabalho foi orientado pelo então Cel Jorge Luiz Barreto, que havia recém-retornado de seu doutoramento na Universidade da Califórnia, realizado sob orientação de um dos "pais" do assunto, o professor Lotfi Zadeh. Até hoje as aplicações de lógica nebulosa a sistemas de controle são estudadas e aplicadas no âmbito dos programas de Pós-graduação em engenharia elétrica.

Na virada da década de 70 para 80, percebe-se o incremento de dissertações na AC de Controle voltadas para controle e guiamento de mísseis. Esses trabalhos se alinhavam com interesses em pesquisa e desenvolvimento (P&D) do Exército àquela época, mais notadamente com projetos de desenvolvimento realizados no então Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Exército – IPD. De fato, o corpo discente do PPGEE naquela época era composto principalmente por oficiais engenheiros do Exército e da Marinha, ex-alunos da graduação do IME e, em particular, pesquisadores do IPD. A proximidade do IME com o IPD original, que ficava na Urca também, foi um fator adicional de atração desses engenheiros, que conseguiam conciliar a capacitação em pesquisa no IME com suas demandas imediatas no IPD. Destaque para a dissertação "Pilotagem de Mísseis em Fase de Cruzeiro", defendida em agosto de 1982 por Waldemar de Castro Leite Filho, que viria a ser posteriormente o Coordenador do projeto do Veículo Lançador de Satélites brasileiro - VLS.

A área de Eletromagnetismo foi criada com base no interesse e na preocupação do Exército com o bom funcionamento de seus sistemas fixos de rádio-comunicação em HF, como já mencionado. Posteriormente, trabalhos envolvendo as faixas mais altas do espectro (VHF, UHF, microondas) passaram a engrossar a lista de temas de interesse do Exército nesta AC. Mas o trabalho de maior destaque dessa área foi mesmo referente a comunicações em HF: a dissertação do então Maj Júlio Cesar Rodrigues Dal Bello, intitulada "Propagação de Ondas Eletromag-

[6] *Atual Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT).*

néticas na Floresta Amazônica", defendida em fevereiro de 1984. Este trabalho foi o embrião de um projeto de pesquisa do próprio Exército sobre Comunicações na Amazônia – Projeto M.11.14, que avançou pelo início da década de 90, sob a coordenação do então professor do PPGEE, Ten Cel Dal Bello e do Prof Mauro Soares de Assis. Resultados importantes desse projeto podem ser encontrados em (Dal Bello, 1992) e (Dal Bello, 1992a).

Reestruturações de 1985 e 1994

Em 1985, o anseio que se manifestava desde 1978, em se formalizar a AC de Processamento de Sinais no PPGEE, finalmente pôde ser contemplado. Um dos marcos iniciais das atividades dessa nova AC foi a defesa da dissertação "Processamento Digital do Sinal de Voz Aplicado a Identificação e Verificação do Locutor", em 6 de fevereiro de 1985, pelo então Maj Geraldo Magela Pinheiro Gomes. Vale destacar que o trabalho foi inclusive tema de matéria do caderno de informática do jornal Folha de São Paulo em 8 de maio de 1985 (Moreira, 1985), reproduzida na Figura 2. O outro foi a montagem do laboratório de Processamento de Sinais de Voz, cujos equipamentos foram financiados pela FINEP naquele mesmo ano. Na verdade, a FINEP financiou também na mesma época a montagem do Laboratório de Micro-ondas, sendo na época um dos mais completos e modernos do país naquele tempo. Posteriormente, em 1988, a área de Processamento foi dividida em três LP, a saber: Processamento de Sinais de Voz; Processamento de Imagens; e Processamento de Sinais Aplicado às Comunicações.

Outra evidência da repercussão dos trabalhos da nova AC à época foi o convite para uma exposição de cursos de PG em São Paulo, em 1987. O estande apre-

FOLHA DE S. PAULO — Quarta-feira, 8 de maio de 1985 — INFORMÁTICA — 35

Instituto Militar cria identificador de voz

MARIA EDICY MOREIRA
Especial para a Folha Informática, do Rio

Já existe no Brasil um identificar de voz desenvolvido para computadores nacionais, recurso fundamental para as máquinas do futuro que serão comandados através de voz do usuário e não mais através da digitação de dados.

O projeto, que foi concluído recentemente, é resultado da tese de mestrado do major Geraldo Magela Pinheiro Gomes, 39, desenvolvida na Seção de Eletricidade, do Instituto Militar de Engenharia (IME), órgão do Ministério do Exército no Rio de Janeiro.

Gomes utilizou como equipamentos de apoio um analisador de sinais de alta resolução, um micro Racimec de 64 Kbytes com duas unidades de discos para o qual foi desenvolvida uma interface que compatibiliza o micro com o analisador que por sua vez está acoplado a um sistem de som com um gravador Akai.

Além disso, existem ainda, um plotter (traçador de gráficos) acoplado ao analisador e um ploter ligado ao micro. Foram utilizados, também, um outro micro Racimec de 64 Kbytes de memória e duas unidades de disco, acoplado a um computador Burroughs B-900.

Com esta configuração Gomes criou uma estrutura para a aquisição e processamento dos sinais de voz, que lhe permitiu fazer um trabalho estatístico com quatro palavras, de três sílabas, escolhidas em função dos seus fonemas. Estas palavras foram gravadas várias vezes por um locutor considerado verdadeiro —o próprio Gomes— e o resultado foi comparado com a voz de cem locutores considerados impostores para o sistema que também gravaram várias vezes as quatro palavras, a fim de verificar qual o método mais eficiente (foram testados oito métodos) e a sua taxa de confiabilidade.

Processando a voz

Gomes explica que para executar esse processamento a voz do locutor que entra no sistema de som é transferida para o analisador de sinais que converte os sinais analógicos da voz em sinais digitais. Após essa conversão as informações são transferidas para o micro que está acoplado ao analisador onde são compactadas em strings (sequência conectada de caracteres) formados por letras e números em código hexadecimal onde cada três caracteres correspondem a uma amostra (valor numérico após a conversão analógico/digital).

Depois de compactadas, as informações são armazenadas em disquete e através de outro micro Racimec (que não está conectado ao primeiro) são transferidas para o Burroughs onde são processadas, utilizando rotinas de transferência rápida e rotinas de filtragem digital. Depois deste processamento, quando são feitas simulações para compração da voz do locutor verdadeiro com os impostores, o computador emite estatísticas informando os resultados das distâncias acumuladas e pertecentes aos arquivos de sinais das voz, além de outras informações como distância média do locutor verdadeiro, distancia média do locutor impostor, probabilidade de erros na identificação da voz do locutor verdadeiro, entre outras. Ou seja, cada vez que o locutor fala o computador estabelece um valor numérico para os sinais de voz da gravação, já que ninguém consegue falar uma palavra no mesmo tom de voz duas vezes. Assim, o computador calcula as distâncias médias entre essas variações de tom de voz e o desvio padrão entre elas. Com base nesses dados, toda vez que um locutor impostor falar, como a sua voz é diferente, ele ficará dentro de outra escala numérica, o que permite ao computador identificá-lo como locutor impostor.

Gomes revela que esse tipo de identificador de voz pode ser utilizado em diversas aplicações, como consulta via linha telefônica de saldo e outras informações sobre as transações do cliente com bancos, oferecendo, inclusive, maior segurança que os cartões magnéticos. Outra aplicação pode ser na área de segurança, para controlar o acesso de pessoas a lugares considerados estratégicos —um uso que será implementado pelo Exército. Além disso, ele ressalta que o sistema pode ser utilizado em outras áreas, como mapeamento geológico por exemplo. Nesse caso, o identificador mapeia as frequências de sons emitidas por minerais no subsolo.

Gomes observa que para o identificador ter um uso mais abrangente será necessário desenvolver uma nova versão que possa ser conectada em redes de computadores. "O atual, explica, trabalha isolado porque o objetivo da tese era apenas testar a confiabilidade do sistema".

Figura 2 – Reprodução da Matéria na Folha de São Paulo

sentava alguns equipamentos recém adquiridos para o laboratório de Processamento de Sinais de Voz que permitia aos docentes e discentes que representavam o PPGEE realizar demonstrações práticas.

Apesar da qualidade e da importância da maioria dos trabalhos de dissertação desenvolvidos pelo PPGEE até então, o curso sempre recebeu avaliação regular ou boa por parte da CAPES. Em particular, registra-se o conceito 'C' recebido no início da década de 90, que quase levou o programa a ser fechado. A crítica maior se referia à titulação do corpo docente, ao pouco envolvimento com projetos de pesquisa apoiados por órgãos de fomento e à baixa produção científica, tendo sido necessário apresentar à CAPES um projeto de reestruturação geral do curso para evitar o descredenciamento. Papel fundamental neste projeto foi exercido pelos dois Coordenadores do PPGEE na primeira metade da década de 90: o Ten Cel Dal Bello e o Ten Cel Antônio Carlos Gay Thomé.

O ponto crucial da proposta de reestruturação foi a requalificação do corpo docente. Para tal, três linhas de ação foram adotadas. Na primeira, alguns mestres civis e militares do corpo docente do DE/3 foram motivados a cursar o doutorado. A outra linha foi contratar, por concurso, novos professores doutores para atuar no PPGEE, o que ocorreu em pelo menos duas ocasiões ainda na década de 90 e no início da década de 2000. Por fim, houve também um estímulo à formação de jovens doutores engenheiros militares, que contou com o importante apoio da então Secretaria de Ciência e Tecnologia do Exército para manter um fluxo contínuo de oficiais do Quadro de Engenheiros Militares (QEM) realizando mestrado e, principalmente, doutorado em diversas instituições de ensino superior do país e do exterior.

Além da requalificação dos professores, houve uma busca pelo aumento da produção científica, em particular com publicações em anais de congressos e simpósios. Os professores também buscaram apoio em órgãos de fomento públicos (FAPERJ, CNPq, FINEP), embora na década de 90 o estímulo à C&T no país estivesse muito aquém do desejável. Ainda assim, ao longo desse período de reestruturação, apoios a projetos de pesquisa foram obtidos paulatinamente.

Os últimos onze anos (1999-2009)

A estrutura baseada nas três áreas de concentração descritas até aqui foi mantida até o final de 1998, quando o conselho de professores (CPPG) resolveu reorganizar o programa de modo a melhor refletir a vocação natural de seu corpo docente, que começava então a colher os frutos das iniciativas de reestruturação do início da década. A partir de 1999, o programa passou a trabalhar com apenas duas AC: Sistemas de Controle; e Telecomunicações, sendo a segunda o resultado da fusão das atividades anteriormente desenvolvidas nas áreas de Eletromagnetismo Aplicado e de Processamento de Sinais. Cumpre destacar que esta redução do número de AC e LP era também uma recomendação dos consultores da CAPES em seus relatórios de avaliação do programa.

Nesse mesmo espírito, em 2002, as linhas de pesquisa do programa foram novamente alteradas. A área de Sistemas de Controle foi remodelada com a união de suas duas linhas de pesquisa. A partir de então, essa área passou a oferecer somente a linha de pesquisa "Controle Robusto e Aplicações". Na área de Teleco-

municações, as linhas de pesquisa de “Antenas e Propagação” e de “Ondas Guiadas” foram agrupadas na nova LP de “Eletromagnetismo Aplicado”. Com isso, a área de concentração de Telecomunicações passou a oferecer as seguintes linhas de pesquisa: Processamento de Sinais; Comunicações Digitais; e Eletromagnetismo Aplicado.

Ao fim do triênio 2001-2004, os esforços de quase uma década de reestruturação foram compensados, com a melhor avaliação do PPGEE até então: o conceito 4, nota máxima típica das PG sem doutorado. Nesse período ocorreram fatos marcantes como a concessão das primeiras bolsas de produtividade em pesquisa do CNPq a professores do PPGEE: Ten Cel José Antonio Apolinário Jr e professor Ernesto Leite Pinto. Em particular, o Ten Cel Apolinário foi o primeiro professor militar do QEM na ativa a ser contemplado com esta deferência, cada vez mais valorizada na comunidade acadêmica. Ademais, foi nítido o incremento da produção científica do programa, com vários artigos publicados em periódicos indexados internacionais e nacionais, e principalmente com dezenas de artigos em anais de eventos científicos, quase todos com co-autoria dos egressos do PPGEE. Este aumento quantitativo e qualitativo das publicações do programa foi fruto também do incremento de apoios a projetos de pesquisa obtidos pelo corpo docente, como os listados a seguir:

- Controle fuzzy de processos industriais (FINEP / Petrobras);
- Controle robusto de sistemas de guiamento de mísseis (EB-PBCT);
- Modelagem e simulação de um sistema de georreferenciamento de dutos (Petrobras);
- Uso de microondas no refino de petróleos pesados (Petrobras);
- Bloqueadores de RF (EB-PBCT);
- Redes ópticas WDM e amplificadores Raman (FAPERJ / Fundação CPqD);
- Estudo de tecnologias para provimento de comunicação em sistemas estratégicos de Defesa (CAPES – edital Pró-Defesa);
- Algoritmos eficientes de filtragem adaptativa (CNPq);
- CIMov - Centro Integrado de monitoramento e coordenação Móvel (FAPERJ);
- Equalização e modulação adaptativas para canais com desvanecimento variante no tempo e seletivo em frequência (FAPERJ);
- Modems e protocolos de comunicação para canais de HF (EB-PBCT);
- Processamento de sinais em segurança da informação (EB-PBCT);
- Processamento e transmissão de imagens digitais para aplicações de Defesa Nacional (CAPES – edital Pró-Defesa);
- Rede H.264 SBTVD (FINEP);
- Sistema de reconhecimento remoto de locutor em comunicações Ópticas (FAPERJ);
- TEC-TERMAL - Tecnologia de imagens térmicas (FINEP);
- Técnicas avançadas para investigação e combate aos efeitos seletivos de canal em sistemas de transmissão digital sem fio (FAPERJ – Edital Grupos Emergentes).

Na esteira da avaliação positiva recebida em 2005, o CPPG resolveu dar o passo que faltava: a criação do curso de doutorado. Com apoio do Comando do IME, uma proposta de curso novo foi preparada e submetida para avaliação da

CAPES naquele ano. Infelizmente, a proposta não foi bem avaliada e o sonho do doutorado precisou ser adiado.

No início de 2006, o CPPG aprovou uma nova reestruturação das suas áreas de concentração e linhas de pesquisa. Desta vez a reestruturação foi motivada pela necessidade de melhor explicitar a vocação natural do curso para atuação em temas ligados à área de Defesa, em atendimento ao que constava na Diretriz para a Reestruturação do Sistema de Ensino Militar Científico Tecnológico do Exército (EB / DCT, 2005), e também em função das novas demandas em pesquisa e desenvolvimento previstas no Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro (PBCT), em vigor desde 2004 (EB / DCT, 2008). Desde então, o Programa passou a ter apenas uma área de concentração, denominada "Sistemas Eletrônicos de Defesa e Comunicações", com três linhas de pesquisa: Eletromagnetismo Aplicado; Processamento de Sinais; e Automação e Controle. Basicamente, agregou-se a linha de pesquisa "Comunicações Digitais" à de "Processamento de Sinais" (a afinidade já existia), e a área de Sistemas de Controle foi convertida em linha de pesquisa, tornando-se mais abrangente ao incluir o tema Automação no seu escopo.

Atualmente, o curso é reconhecido e recomendado pela CAPES, pois atende ao requisito básico estabelecido pela legislação vigente para ser reconhecido pelo MEC/CNE (Ministério da Educação e Cultura / Conselho Nacional de Ensino): obter nota igual ou superior a '3' na avaliação da CAPES. Nas últimas avaliações trienais (04-06 e 07-09), apesar do aumento da produção científica e da melhoria de vários indicadores, o PPGEE voltou ao conceito '3' da fase de reestruturação. A queda de conceito se explica pelas sucessivas mudanças dos critérios de avaliação, em particular pelo maior peso que passou a ser dado às publicações em periódicos indexados internacionais com co-autoria de discente. A recomendação atual da CAPES para funcionamento do curso está homologada pelo CNE na Portaria MEC 524, DOU 30/04/2008 - Parecer CES/CNE 33/2008, 29/04/2008.

PROJETO PEDAGÓGICO ATUAL

No projeto pedagógico do PPGEE são detalhadas as finalidades, a estrutura e a dinâmica do curso (PPGEE / IME, 2009). O documento que descreve o projeto atual do curso foi organizado em dez seções: introdução; breve histórico; objetivos do curso (gerais e específicos); perfil profissiográfico (definindo o público-alvo do curso e as contribuições pretendidas para seus egressos em termos de competências e habilidades); composição do corpo docente; informações sobre o período e periodicidade do curso; infraestrutura (incluindo laboratórios); ementas das disciplinas; e metodologia de acompanhamento e avaliação. Atualizações anuais do projeto pedagógico são realizadas, embora mudanças significativas aconteçam com menor frequência, como a reestruturação de linhas de pesquisa, por exemplo.

Os objetivos do curso se alinham com os da própria instituição que o abriga. Em particular, o objetivo principal é a formação de recursos humanos, militares e civis, capacitados para atuar principalmente com pesquisa, mas também com ensino, nas áreas em que se especializaram. O outro objetivo geral é a própria geração de conhecimento em pesquisa básica, a partir dos trabalhos

desenvolvidos por seus corpos docente e discente.

Como já detalhado na seção anterior, o PPGEE desenvolve suas atividades atualmente em uma única AC denominada “Sistemas Eletrônicos de Defesa e Comunicações”. Nesta área, os principais tópicos de interesse são: mecanismos de propagação de ondas eletromagnéticas; antenas; circuitos e dispositivos semicondutores em frequências elevadas; processamento de sinais; comunicações digitais; sistemas de acompanhamento e; sistemas de controle e automação. A área está dividida nas LP de Eletromagnetismo Aplicado (EA), Processamento de Sinais (PS), e Automação e Controle (AC).

A LP de Eletromagnetismo Aplicado ocupa-se do estudo de sistemas de RF (Rádio-Frequência), abrangendo as faixas de frequências de HF, VHF, UHF, micro-ondas, ondas milimétricas e ondas ópticas. As pesquisas nessa LP dão ênfase aos sistemas irradiantes, aos enlaces de comunicações por meios convencionais e por fibra óptica e aos circuitos e sistemas com aplicações civis e militares. Entre as aplicações convencionais, são incluídos sistemas fixos e móveis, terrestres ou via satélite, com funcionamento sob condições climáticas variadas. Entre as aplicações não convencionais, são incluídos sistemas de comunicações dedicados, sistemas de teledetecção e sistemas de defesa e contramedidas eletrônicas (CME). Na faixa óptica, os estudos envolvem dispositivos em fibra, abrangendo sensores, grades de Bragg e sistemas de longa distância operando em altas taxas de transmissão. Modelagem, análise, simulação, implementação e testes de circuitos e sistemas são conduzidos para praticamente todas as aplicações de interesse. Microeletrônica e compatibilidade eletromagnética são desdobramentos naturais dos interesses dessa LP.

Em Processamento de Sinais lida-se com o desenvolvimento, com o aperfeiçoamento e com a avaliação de desempenho de métodos e algoritmos de processamento de sinais para emprego em sistemas de armazenamento e transmissão da informação, e também com a modelagem, simulação e avaliação de desempenho de sistemas de comunicações digitais. A maior parte dos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores dessa LP tem se concentrado nos seguintes tópicos: processamento e codificação digital de sinais de voz e imagens; transmissão digital em sistemas de comunicações sem fio; avaliação de desempenho de redes e sistemas de comunicações digitais; algoritmos de filtragem adaptativa; e modelagem e simulação de canais de comunicação.

A LP de Automação e Controle, por sua vez, trata da pesquisa, do estudo e da validação (por meio de simulações ou a partir de implementações práticas) de sínteses de controle frequenciais e temporais. Ela envolve estudos em controle ótimo, adaptativo, não linear e de técnicas inteligentes de controle, bem como o controle de sistemas lineares variantes no tempo. Ainda dentro dessa linha, realizam-se estudos na área de identificação, otimização de sistemas físicos, modelagem e aplicações de técnicas de controle clássico e moderno. Por fim, essa LP também abrange a pesquisa no controle e na verificação de Sistemas a Eventos Discretos (SEDs) e Sistemas Dinâmicos Híbridos (SHs), com aplicações voltadas aos sistemas eletrônicos de defesa.

O curso é presencial e dividido em duas partes distintas: a fase de créditos; e a fase de dissertação de mestrado. Na primeira fase, o aluno se inscreve em

Figura 3 – Infra-Estrutura Laboratorial do Programa: (a) Laboratório de Fotônica; (b) Laboratório de Processamento de Imagens; (c) Laboratório de Comunicações e Sistemas Ópticos; (d) Laboratório de Micro-ondas e Guerra Eletrônica; (e) Laboratório de Processamento de Voz; (f) Laboratório de Comunicações Digitais.

algumas das disciplinas ofertadas pelo curso, sendo a escolha dessas disciplinas apoiada por seu orientador acadêmico, que é um professor do corpo efetivo. As Normas Internas dos Cursos de Pós-graduação do IME (NICPG/IME) preveem a necessidade de cumprimento de 27 créditos para que o aluno esteja habilitado a passar para a segunda fase.

Ao final do período de créditos, o aluno deve apresentar sua proposta de dissertação para uma banca examinadora. A aprovação da proposta marca o início da fase de dissertação. Durante o desenvolvimento dessa fase, ao final de cada

período letivo, o aluno deve apresentar um seminário sobre os principais resultados alcançados e o cronograma de seu trabalho. Essa avaliação periódica é um importante mecanismo de controle formal do desempenho do aluno de que a Instituição dispõe. Em essência, o que se espera da dissertação é que o aluno demonstre capacidade de pesquisa e inovação, gerando contribuições científicas relevantes e que tenham algum grau de originalidade.

A conclusão do curso se dá após a defesa da dissertação de mestrado, que consiste numa apresentação oral a uma banca examinadora composta por, no mínimo, três professores doutores, sendo pelo menos um deles externo, seguida por arguição do candidato por parte dos membros da banca. Sendo a defesa e a respectiva monografia consideradas satisfatórias pela banca, o título de Mestre em Ciências e o diploma respectivo são conferidos ao aluno pela Instituição após ele fechar todas as demais formalidades finais previstas na NICPG/IME e suas instruções reguladoras.

Naturalmente, por ser um órgão vinculado ao Exército Brasileiro, o IME possui parcerias com órgãos de natureza técnica no âmbito do Ministério da Defesa como o CTEx (Centro Tecnológico do Exército), CAEx (Centro de Avaliações do Exército), IPqM (Instituto de Pesquisa da Marinha), CTA (Centro Tecnológico da Aeronáutica), IMBEL (Indústria de Material Bélico) e outros. Há também convênios formais com outras instituições de ensino superior, como a PUC-Rio e a UFRJ, por exemplo, permitindo que alunos de Pós-graduação do IME se inscrevam em disciplinas daquelas instituições, e vice-versa. Além disso, muitas parcerias são estabelecidas de maneira informal com outras instituições de ensino através da orientação conjunta de dissertações e publicação de artigos científicos e participação em projetos.

A infraestrutura laboratorial é mantida com verba orçamentária e de projetos de pesquisa ou de desenvolvimento dos quais os professores do programa participam. Especificamente, estão agora em funcionamento para atender ao programa os seguintes laboratórios: Laboratório de Sistemas de Controle, Laboratório de Fotônica, Laboratório de Processamento de Imagens, Laboratório de Comunicação e Sistemas Ópticos (LARSO), Laboratório de Micro-ondas e Guerra Eletrônica, Laboratório de Processamento de Voz e Laboratório de Comunicações Digitais. A Figura 3 agrupa fotos recentes tiradas nesses laboratórios. A submissão de projetos de pesquisa a órgãos de fomento e a outras fontes de recursos é fundamental para a existência e sobrevivência do curso, e é algo recomendado e pontuado pela própria CAPES em suas avaliações trienais.

METAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

As principais metas perseguidas constantemente pelo programa são o aumento do corpo discente e o incremento da produção científica. No que diz respeito ao corpo discente, o número de alunos diminuiu nos últimos anos, persistindo a necessidade de atração de mais alunos, em particular que tenham condições de concluir com sucesso o curso. Deseja-se chegar, em médio prazo, a uma relação entre o número de discentes por docente igual a quatro por ano, o que na média representa dois alunos em créditos e dois alunos em dissertação por docente do

programa. Algumas medidas específicas estão sendo discutidas e realizadas para se alcançar essa meta. Uma delas é a melhoria da divulgação do programa ao público externo. Nesse sentido, a página de divulgação do programa na internet, www.pgee.ime.eb.br, lançada em outubro de 2008, foi uma primeira e importante ação realizada. Lá estão contidas tanto informações gerais sobre o curso quanto informações sobre inscrição aos candidatos e links para as versões eletrônicas das dissertações defendidas. Outras medidas vêm sendo discutidas pelo CPPG e também pelos demais programas do IME relacionadas à propaganda dos cursos de Pós-graduação. É fato que, de modo geral, o renome do IME na graduação não tem sido suficiente para captar o número desejado de (bons) alunos, sem esforços adicionais de divulgação. Iniciativas centralizadas da Subdivisão de Pós-graduação podem ajudar também nesse intento.

O aumento e a melhoria da qualidade da produção científica do programa, em especial a vinculada aos trabalhos de conclusão de nossos egressos, é hoje a principal meta perseguida. As dificuldades para se alcançar os índices adotados nas avaliações da CAPES, entretanto, são grandes para um programa pequeno, só de mestrado. Dentre as principais iniciativas tomadas nos últimos anos para melhorar os indicadores de produção, destacam-se:

- incremento da solicitação de fomento, e consequentemente, da participação efetiva dos docentes em projetos de pesquisa ou desenvolvimento;

- aumento da integração entre os docentes nas atividades de pesquisa e de orientação de alunos;

- estabelecimento de regras para ingresso e permanência de docentes no programa;

- participação frequente dos docentes em atividades conjuntas com outros programas em todo o Brasil, seja em projetos de pesquisa, seja como co-orientadores de mestrado ou doutorado em outras instituições de ensino superior (IES).

- expansão da estrutura laboratorial, com a instalação dos Laboratórios de Automação e Controle e de Mecatrônica, Sistemas de Armas e Inercial, contemplados nos Editais FINEP CT-INFRA 01/2005 e 01/2006.

- estabelecimento de parcerias ou convênios com IES nacionais, como o projeto “Rede de Cooperação Acadêmica de Sistemas a Eventos Discretos, Sistemas Híbridos e Controle Robusto”, contemplado no Edital CAPES PROCAD 2007 e envolvendo os professores da LP de Automação e Controle, que viabiliza missões de pesquisa e missões de estudo para docentes e discentes da UFSC, do IME, da UFMG e da PUC-PR.

- estabelecimento de parcerias ou convênios com IES no exterior, como os atualmente existentes com a Universidade do Porto (Portugal), a Paristech (França) e a Technische Universität München (Alemanha).

Os resultados dessas iniciativas já começaram a surgir. Ao observar a produção bibliográfica em anais de eventos nos últimos anos, percebe-se que quase todas as dissertações dos egressos geraram ao menos um artigo, e em alguns casos antes mesmo do término do mestrado. Trabalhos com alunos da graduação também têm sido incentivados e publicados. Cumpre acrescentar que as submissões a periódicos indexados têm crescido, ancoradas principalmente na participação de todos os docentes em projetos, mas o processo de aceitação de um artigo desse

tipo é usualmente longo e incerto. De qualquer forma, com alguns ajustes ainda a fazer, em breve será possível alcançar e manter os índices de produção científica que levem o programa ao menos de volta ao conceito '4', perdido na transição entre os triênios 2001-2003 e 2004-2006.

CONCLUSÃO

Este texto apresentou um breve histórico do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do IME, que completou 38 anos em 2009. O projeto pedagógico atual foi resumidamente discutido, assim como algumas metas e perspectivas futuras para o Programa, que procura sempre acompanhar as mudanças estratégicas dos rumos da Educação no país e dos objetivos de formação de recursos humanos e de capacitação em C&T do Exército Brasileiro.

De modo geral, apesar das dificuldades enfrentadas, típicas de programas de PG de pequeno porte, pode-se afirmar que ao longo dessas quase quatro décadas, o PPGEE vem cumprindo seu papel principal: formar pesquisadores de alto nível. A evidência disso está na qualidade das suas mais de 270 dissertações defendidas, no pioneirismo e inovação presentes em várias delas, nos artigos publicados em periódicos indexados e nos livros e capítulos de livros editados por professores e ex-alunos do PPGEE, e no destaque que vários de seus egressos alcançaram profissionalmante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dal Bello, J. C. R.; Assis, M. S.; Comunicações táticas na região amazônica – 1a Parte; Revista Militar de Ciência e Tecnologia. ***1992****, IX, 3.*

Dal Bello, J. C. R.; Assis, M. S.; Comunicações táticas na região amazônica – 2a Parte. Revista Militar de Ciência e Tecnologia. ***1992****, IX, 4.*

EB / DCT – Exército Brasileiro / Departamento de Ciência e Tecnologia; Diretriz para a Reestruturação do Sistema de Ensino Militar Científico Tecnológico do Exército, Portaria No 009. 12 de julho de ***2005****.*

EB / DCT – Exército Brasileiro / Departamento de Ciência e Tecnologia; Plano Básico de Ciência e Tecnologia 2009-2012. ***2008****.*

http://www.pgee.ime.eb.br/, acessada em dezembro de ***2009****.*

Moreira, M. E.; Instituto Militar Cria Identificador de Voz. Folha de São Paulo – Caderno de Informática. 8 de maio de ***1985****.*

PPGEE / IME – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do IME; Projeto Pedagógico. ***2009****.*

UM BREVE HISTÓRICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS MATERIAIS DO IME

Luiz Paulo Brandão[a], Leila Rosa de Oliveira Cruz[a], Ronaldo Sérgio de Biasi[a], João Carlos Miguez Suarez[a], André Luiz Pinto[b].*

[a]Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais – Instituto Militar de Engenharia; Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
[b]Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF); Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 – Urca - Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
**brandao@ime.eb.br*

ABSTRACT

At the time when the Instituto Militar de Engenharia Graduate Program is turning 40 years, the Materials Science Graduate Program makes a historic record of its activities, bringing the past environment that led the pioneers to taking decision. The challenges, the first researches and Program's trajectory are recounted in this article, which also presents the current proposals and a vision of the Program future.

RESUMO

Na ocasião em que a Pós-graduação do Instituto Militar de Engenharia completa 40 anos, o Programa de Pós-graduação em Ciência dos Materiais do IME faz um histórico de suas atividades, resgatando no passado o ambiente que levou os pioneiros à tomada de decisão. Os desafios, as primeiras pesquisas e a trajetória do Programa são narrados neste artigo, que também apresenta a proposta atual e a visão de futuro do Programa.

Keywords: Materials Science Graduate Program History, 40 years of Instituto Militar de Engenharia Graduate Program, Current Proposals and the Program Future Vision.

INTRODUÇÃO

Os materiais foram, são e continuarão a ser fundamentais para o desenvolvimento da nossa civilização. Tanto é assim que alguns estágios do progresso humano receberam os nomes de "Idade da Pedra", "Idade do Bronze" e "Idade do Ferro". Segundo Pereira (2008), foram a construção de moradias, o surgimento da agricultura e a descoberta do fogo que marcaram os primórdios da engenharia. Ainda de acordo com a autora, após o domínio do fogo, um avanço importante foi o desenvolvimento da metalurgia, que desempenhou papel crucial na confecção de

armas, ferramentas, e mais tarde, máquinas.

A Ciência dos Materiais está intimamente ligada a campos tradicionais da engenharia e da ciência, tais como, física, metalurgia, química, eletricidade e mecânica. O que a distingue das demais áreas é a minuciosa investigação de todos os parâmetros que determinam as propriedades de um dado material durante sua vida útil, isto é, nas fases de extração, fabricação, utilização, e, em muitos casos, reciclagem. Neste contexto, a Ciência dos Materiais estuda as inter-relações entre os processos de fabricação, a microestrutura e as propriedades mecânicas e físico-químicas de um material. Essas correlações constituem seu principal objetivo, pois a microestrutura afeta profundamente as propriedades do material e, consequentemente, sua aplicabilidade em situações práticas. Esse conhecimento de base científica constitui a fundação sobre a qual se ergue a Engenharia de Materiais, esta sim, responsável pela transformação desses conhecimentos em tecnologia aplicável a todos os segmentos industriais (ASHBY,1992). Este artigo apresenta um histórico do curso de Pós-graduação (PG) em Ciência dos Materiais (CM) do Instituto Militar de Engenharia (IME), destacando o ambiente e o momento no qual foi criado, caracterizados por uma necessidade cada vez mais premente de o Exército dominar os conhecimentos científicos necessários para desenvolver novos materiais, assim como formar recursos humanos de alta qualidade; aborda também o importante papel dos pioneiros nesta nova missão, responsáveis por inserir a PG-CM do IME no cenário nacional; além disso, narra a situação atual do Programa e como o mesmo evoluiu, atuando de forma dual, nos setores militar e civil, justamente por valorizar conhecimentos científicos comuns a aplicações de qualquer natureza.

Um Cenário Oportuno

As raízes da PG-CM estão ligadas ao curso de Engenharia Metalúrgica do IME, fundado em 1939 (Brasil, 1939). Nessa época, o Exército Brasileiro estava preocupado com a dificuldade de o Brasil produzir os materiais mais básicos de engenharia, necessários não apenas para equipamentos bélicos como também para outros segmentos da indústria, fato este que impedia qualquer intenção brasileira de se tornar uma nação industrializada. Decorrem desta preocupação várias ações do IME, iniciadas na década de 50, no sentido de diminuir a defasagem tecnológica neste setor. O Brasil acabara de entrar no período de industrialização e a Engenharia Metalúrgica do IME viria a desempenhar um papel de destaque na siderurgia do aço e na produção de alumínio, setores considerados prioritários pelo Governo Federal. Ao final da década de 60, o Brasil já possuía um parque industrial apreciável e os interesses do Exército Brasileiro se voltaram para o desenvolvimento de materiais aplicados em situações extremas, como é o caso dos materiais de emprego militar. Essa classe de materiais compreendia aços de altíssima resistência e o interesse do Exército residia no fato de serem fundamentais para o desenvolvimento de carros de combate. Quando estes materiais estão em serviço, propriedades como alta dureza e resistência à tração são exigidas para proteção balística. Despontava, então, um cenário muito favorável à criação de um Programa de PG, pois havia uma demanda tanto do Exército quanto das inúmeras indústrias que se estabeleceram à época. Esta demanda era, essencialmente, por conhecimentos científicos e tecnológicos necessários ao desenvolvimento de novos materiais e por recursos humanos altamente qualificados. Este

foi o ambiente que levaria o curso de Engenharia Metalúrgica a se transformar em Engenharia de Materiais e que forneceria as bases para criação do Programa de PG--CM. No entanto, apesar do momento propício, faltava o essencial: reunir um grupo de pessoas qualificadas que aceitassem o desafio de criar a infraestrutura laboratorial e de pessoal necessárias a um curso de PG. Alguns integrantes do então curso de Engenharia Metalúrgica desempenharam um papel fundamental nessa missão.

Os Pioneiros

O ano era 1964 e o professor Waldimir Pirró e Longo, na condição de chefe de departamento (Seção de Ensino, no jargão militar), participava de inúmeras comissões e reuniões na tentativa de convencer os escalões superiores do Exército da necessidade de o IME acompanhar a vanguarda do ensino associado à pesquisa científica. Para se preparar adequadamente para este desafio, o Prof. Longo - naquela época, Capitão do Exército - aceitou o convite do Dr. Robert Ellis Reed-Hill para que, sob sua orientação, cursasse o mestrado e o doutorado no Departamento de Engenharia e Ciência dos Materiais da Universidade da Flórida, em Gainsville, EUA. Após apenas dois anos e oito meses de curso, regressou ao IME e passou a ser um dos raros oficiais que possuíam o título de Ph.D. Em conseqüência, além das atividades docentes e de pesquisa exercidas na Seção de Ensino de Engenharia Metalúrgica - S/8, passou a atuar intensamente nos trabalhos de implantação da Pós-graduação no Instituto, acabando por galgar a posição de Coordenador Geral de Pesquisa e Pós-graduação. O TC Dalton Valeriano Alves, chefe da Seção de Ensino de Engenharia Metalúrgica na ocasião do seu retorno do doutorado, e um dos defensores da ideia precursora de reunir ensino tecnológico e pesquisa, uniu esforços com o professor Longo para instituir a Pós-graduação em Ciência dos Materiais e o Centro de Pesquisa em Materiais – CPqM, ainda no final de 1970, no IME. Cabe lembrar que, na época, o cenário era favorável à criação do curso, visto que, em 1969 a PG em Química havia sido implementada no Instituto. Nesta ocasião, o Prof. Longo e o TC Valeriano convidaram o Prof. José Roberto da Costa Guimarães para auxiliá-los na missão de fortalecer o Programa recém criado e este passou a ser o seu Coordenador. O primeiro objetivo a ser alcançado naquele momento era reunir um grupo de docentes competentes comprometidos com o ideal de criação de um programa pioneiro de cunho científico-tecnológico dentro de uma Instituição de Ensino Superior militar. Para ter sucesso nessa empreitada, os professores Longo e José Roberto foram para os Estados Unidos motivar alguns brilhantes e jovens doutores a se transferirem para o Rio de Janeiro para dar início a um novo projeto profissional e de vida. A partir desse trabalho, surgiu o que ficou conhecido como Núcleo Estruturante do Programa, formado pelos professores Waldimir Pirró e Longo (University of Florida, 1970), José Roberto da Costa Guimarães (Stanford University, 1969), Hans Jürgen Kestenbach (University of Florida, 1971); Krishan Kumar Chawla (University of Illinois, 1971); Neelkanth Gurupad Dhere (University of Poona, 1965); Ronaldo Sérgio de Biasi (University of Washington, 1971), Robert George Stang (Stanford University, 1971); Osório Chagas Meireilles (University of New Mexico, 1970). A primeira turma do curso foi matriculada em 1971. Nessa época, o chefe da Seção de Ensino era o TC Hugo Tagnin Neves, que contava com os seguintes oficiais professores na sua equipe: Dalmay Ruggeri Wollmann e João

Carlos Miguez Suarez. O Prof. Robert J. de Angelis se uniu ao grupo como visitante e, em seguida, o Prof. Marc André Meyer se agregou ao núcleo de docentes permanentes.

As Primeiras Pesquisas e a Evolução

Desde o início de suas atividades, o Núcleo Estruturante foi de fundamental importância para o sucesso e a construção da própria identidade do Programa; jovens cientistas, recém-formados nas melhores universidades do mundo, trazendo para o IME pesquisas que tangenciavam a fronteira do conhecimento. Este foi o ponto de partida para se obter os recursos financeiros e aprimorar a infra-estrutura de pesquisa. O Prof. Kestenbach tornou-se o responsável pelos laboratórios de microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. O Prof. de Biasi aceitou o desafio de criar uma linha de pesquisa em ressonância magnética, chefiando o laboratório de mesmo nome. O laboratório de ensaios mecânicos foi implementado sob a liderança do Prof. Longo. Os laboratórios de materiais conjugados, transformação de fases e filmes finos foram implantados logo em seguida, sob a chefia dos professores Chawla, José Roberto e Dhere, respectivamente. Com as infra-estruturas pedagógicas e laboratoriais estabelecidas, os primeiros alunos de mestrado do Programa iniciaram seus cursos. Isso ocorreu no 1º período de 1971. A turma era formada pelos discentes Hugo Tagnin Neves, João Carlos Miguez Suarez, Dalmay Ruggeri Wollmann, Renato Lopes Cordeiro, Adolpho Ferreira, Antonio Sergio Pizzaro Fragomeni, Fernando Rizzo Assunção, Gloria Regina Pessoa Campello Queiroz, Luiz Palermo, Oscar Leonel Nóbrega Telles de Menezes, Roberto Gadelha Pinheiro, Ruth de Oliveira Vianna, Therezinha Pereira Arsênio, Tessaleno Campos Devezas e Valter Rocha dos Santos. O Programa mantém até hoje contato com alguns desses discentes pioneiros, hoje renomados cientistas que ocupam posições de destaque em órgãos de governo, universidades e empresas. Já no ano de 1972, as primeiras dissertações de mestrado foram defendidas com sucesso. A primeira, intitulada “Estrutura e Propriedades de Filmes Finos de CdF”, foi defendida por Roberto Gadelha Pinheiro, sob orientação do Prof. Dhere; a segunda, “Influência de Tratamento Termomecânico na Cinética do ‘burst’ ”, foi defendida por Dilmay Ruggeri Wollmann, que teve como orientador o Prof. José Roberto. No ano seguinte, três outras dissertações foram aprovadas: “Estabilização Térmica da Austenita em Ligas Fe-Ni-C”; “Variação do Alongamento Uniforme do Aço de Baixo carbono Dinamicamente Envelhecido e Condicionado a Work-Softening” e “Ressonância Paramagnética Eletrônica do Fe3+ em Simetria Tetraédrica no MgO”. A primeira tese de doutorado, “Simulação e Análise de Espectros de RPE de Íons Paramagnéticos em Simetria Axial em Policristais”, foi defendida em 1981 por José Augusto Mariz de Mendonça e orientada pelo Prof. Ronaldo Sérgio de Biasi. Todos esses temas de pesquisa constituíam, naquela época, a vanguarda do conhecimento, fruto da atuação dos renomados especialistas que foram reunidos para compor os quadros do Programa. Durante os anos seguintes, o Programa se consolidou no panorama nacional, tendo formado, até o ano de 1991, 82 mestres e 5 doutores (IME, 2011a). Nesse mesmo período, o Programa se estabeleceu com uma produção científica de nível internacional, o que pode ser atestado pelos mais de 600 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, e construiu uma infra-estrutura labo-

ratorial de porte, em função da grande captação de recursos advindos do Exército, do Governo Federal e, até mesmo, do exterior, resultado dos convênios e contatos estabelecidos pelos docentes. Assim, os laboratórios do Programa passaram também a atender e colaborar com os demais Programas do país, de forma que alguns deles, como o Laboratório de Microscopia Eletrônica, tornaram-se referência nacional na área de materiais. Este trabalho intenso e sincronizado com o próprio início da Pós-graduação em Ciência dos Materiais e áreas afins no Brasil permitiu ao IME exercer sempre um papel pioneiro no cenário brasileiro, estando os seus professores envolvidos até na definição dos termos técnicos da área em língua portuguesa. Outra demonstração desse pioneirismo reside no fato de o IME ter sido sede do I Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (1974), do I Congresso da Sociedade Brasileira de Vácuo (1980) e do III Simpósio Brasileiro de Microscopia Eletrônica e Técnicas Associadas à Pesquisa de Materiais (1992). O Programa foi credenciado pelo Conselho Federal de Educação em 1979 e recredenciado em 1985 e 1994.

Situação atual: O Programa e seus Objetivos

A produção acadêmica do Programa de PG-CM sempre se manteve contínua e crescente. Até 2010, foram aprovadas 188 dissertações de mestrado e 56 teses de doutorado (IME, 2011b). Em decorrência dos resultados das importantes pesquisas realizadas na Área da Engenharia e Ciência dos Materiais, cerca de 1521 artigos foram publicados em revistas científicas internacionais e nacionais e 432 trabalhos foram apresentados em congressos no Brasil e no exterior (IME, 2011c). A avaliação da CAPES, referente ao triênio 2004-2006, reconheceu o alto nível de desempenho do Programa, classificando-o com nota 5 (CAPES, 2011). Esses são indicadores importantes, principalmente, quando se leva em conta as adversidades enfrentadas pelo Programa ao longo de sua trajetória. A principal delas ocorreu no final da década de 80, quando a maior parte dos docentes fundadores do Programa migrara para os países desenvolvidos em busca de melhores salários e, principalmente, novos desafios. O país passava por uma das maiores crises financeiras de sua história, e a ciência/tecnologia (C&T) foi, sem dúvida, uma das primeiras áreas do Governo Federal a sentir os efeitos da chamada década perdida. Mesmo com estas dificuldades, o Programa renovou seus quadros e, hoje, 11 doutores, com formação em engenharia, química e física, compõem o seu núcleo permanente. As linhas de pesquisa também foram reestruturadas, em atendimento aos interesses do Exército e da sociedade.

O objetivo geral do Programa de PG-CM, em consonância com os objetivos do IME, é formar mestres e doutores aptos a participarem do desenvolvimento tecnológico do Exército Brasileiro e da sociedade civil. Especificamente, o Programa visa a formação de pós-graduados habilitados para o exercício de funções e atividades no campo da Ciência de Materiais, no que tange à pesquisa científica e desenvolvimento de novos materiais. O Exército Brasileiro é diretamente beneficiado pelo Programa através da formação de competências capazes de pesquisar, desenvolver e modelar o comportamento de novos materiais. Na medida em que a base científica do comportamento dos materiais da aplicação final, toda a sociedade brasileira é beneficiária da construção destas competências. Atuando dessa

forma, o Programa busca cumprir as metas preconizadas pela Política Nacional de Ciência e Tecnologia (Livro Azul, CNCT, 2010), considerando, prioritariamente, as diretrizes constantes do Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT) do Exército Brasileiro (Exército Brasileiro, 2011).

As pesquisas conduzidas no Programa estão distribuídas em duas Áreas de Concentração: Propriedades Físicas dos Materiais e Comportamento Mecânico dos Materiais. A área Propriedades Físicas dos Materiais estuda as propriedades de uma classe de materiais classificados como eletrônicos, enquanto que a área Comportamento Mecânico dos Materiais investiga as propriedades de materiais metálicos, conjugados/poliméricos e cerâmicos. Essa estrutura define as quatro Linhas de Pesquisa do Programa: Materiais Eletrônicos, Materiais Metálicos, Materiais Conjugados e Poliméricos e Materiais Cerâmicos. A linha de pesquisa Materiais Eletrônicos tem por objetivo produzir materiais para aplicação em dispositivos eletrônicos e correlacionar as propriedades elétricas, óticas e magnéticas desses materiais com a sua microestrutura. Projetos vêm sendo desenvolvidos nas áreas de filmes finos para células solares, filmes finos para detectores de infravermelho, ligas amorfas, cerâmicas varistoras e ressonância magnética em cerâmicos. Materiais Metálicos é a linha que estuda a microestrutura de metais e ligas metálicas e sua relação com as propriedades mecânicas. Projetos vêm sendo desenvolvidos nas áreas de textura cristalográfica e comportamento anisotrópico de materiais, biomateriais e materiais que apresentam alta resistência mecânica e elevada condutividade elétrica. Na linha Materiais Conjugados e Poliméricos, são estudadas as propriedades físico-químicas e mecânicas de materiais poliméricos, cimentíceos e conjugados. Os projetos em desenvolvimento incluem novas matrizes poliméricas e cimentíceas, uso de rejeitos industriais, blindagens balísticas, refratários, contenção de resíduos tóxicos e radiativos, modificação de solos para pavimentação, cimentação de poços de petróleo, tubulações compósitas e modelagem molecular de polímeros, degradação de polímeros e de compósitos de matriz polimérica, materiais reforçados por fibras vegetais da Amazônia e biomateriais poliméricos. Materiais Cerâmicos tem por objetivo desenvolver técnicas de preparação de materiais cerâmicos e estudar as propriedades mecânicas destes materiais. Projetos envolvendo materiais cerâmicos avançados vêm sendo desenvolvidos. Toda a produção decorrente dessas pesquisas é suportada por uma infraestrutura composta por oficinas de apoio, com os respectivos equipamentos necessários à preparação de amostras e realização de tratamentos termomecânicos, e 10 laboratórios, a saber: Microscopia Eletrônica, Materiais Cerâmicos, Filmes Finos, Difração de Raios X, Biomateriais, Ensaios mecânicos, Ressonância Magnética, Materiais Conjugados, Metalografia e Ensaios Ambientais em Polímeros.

O público-alvo do programa é formado principalmente por graduados em Engenharia e Ciências afins, como Física, Química, Matemática e Arquitetura, bem como diplomados em outras áreas, comoOdontologia e Medicina, interessados na pesquisa e desenvolvimento de materiais. Esse largo espectro de formação decorre do caráter eminentemente multidisciplinar da Ciência dos Materiais, das diversas aplicabilidades dos materiais e das especializações do corpo docente do Programa. Para permitir que alunos com as mais diferentes formações acadêmicas possam efetivamente atuar nestas linhas de pesquisa, a PG-CM possui um conjunto de

cadeiras básicas responsáveis por proporcionar os conhecimentos que compõem o núcleo desse campo de conhecimento: a íntima relação entre estrutura, processo de fabricação e propriedades dos materiais. As disciplinas que compõem este núcleo básico são: Estrutura dos materiais, Propriedades dos materiais, Técnicas experimentais em ciência dos materiais, Termodinâmica e Engenharia microestrutural. A partir dessas disciplinas básicas, ministradas sempre nos primeiros dois períodos do curso, os alunos adquirem os conhecimentos necessários ao posterior aprofundamento, seja nas cadeiras comuns às várias linhas de pesquisa ou nas específicas de cada linha. Durante todo este processo educacional, o corpo docente busca estimular o trabalho participativo fazendo uso de diversas atividades em grupo. A capacidade de comunicação e as habilidades didáticas, por sua vez, são estimuladas por meio dos diversos seminários que os alunos são levados a apresentar no decurso das cadeiras. Estes seminários têm ainda a intenção de lançar os alunos para um domínio além das fronteiras dos conhecimentos consolidados dos livros, através da intensa pesquisa nos periódicos da área. Assim, o aluno é levado a descobrir que o conhecimento apresentado nos livros não é mais do que um retrato cristalizado e simplificado do consenso científico de uma determinada época e que do seu trabalho científico dependerão as futuras construções consensuais científicas. Ao chegar à etapa de efetiva realização de pesquisas, é cultivado no aluno o rigor científico quanto ao registro, interpretação e representatividade dos dados científicos. Por fim, o aluno aprende a fazer o registro formal de seus achados científicos e, principalmente, da discussão dos seus resultados, por meio da confecção de sua tese ou dissertação. Como a construção científica somente tem sentido quando comunicada e julgada pela comunidade científica, os alunos são estimulados à prática desta comunicação redigindo artigos para periódicos científicos, apresentando seminários de acompanhamento e, por fim, defendendo a tese ou a dissertação.

Uma Visão de Futuro

O Programa de PG-CM do IME foi um dos primeiros do Brasil, mantendo a tradição de pioneirismo que o Exército Brasileiro possui no âmbito do ensino da engenharia, desenvolvimento tecnológico e pesquisa científica, principalmente nas estratégias de defesa do país. Durante esses quase 40 anos de existência, o Programa amadureceu; novas linhas de pesquisa e projetos surgiram em substituição a outros que foram concluídos ou perderam interesse com o tempo. Esse amadurecimento sempre buscou atender às necessidades do Exército, bem como permitiu ao Programa alcançar uma posição de destaque no cenário da C&T do país, proporcionando total condição de enfrentar os inúmeros desafios que já despontam em um país em pleno crescimento. Esta é, portanto, sua meta: ser pioneiro e desempenhar papel de destaque nos vários setores da C&T, contribuindo para o desenvolvimento nacional e para a independência tecnológica nas áreas estratégicas do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Ashby, M. F. Materials selection in mechanical design. Oxford: Pergamon Press, ***1992****.*

Brasil, Decreto n.º 3.771, de 28 de fevereiro de 1939. Aprova o Regulamento para a Escola Técnica do Exército. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, ***1939****.*

*CAPES, http://www.capes.gov.br/avaliacao/planilhas-comparativas-da-avaliacao-trienal, acesso em 02/****2011****.*

*Exercito Brasileiro, http://www.dct.eb.mil.br/, acesso em 02/****2011****.*

*IME, http://www.ime.eb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=171&Itemid=310, acesso em 02/****2011****a.*

*IME,http://www.ime.eb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=176&Itemid=314, acesso em 02/****2011****b.*

*IME, http://aquarius.ime.eb.br/~webde4/pub1995.html, acesso em 02/****2011****c.*

Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável – Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, ***2010****, ISBN 978-85-60755-37-0.*

Pereira , L. M. L. Sistema Confea/Creas: 75 anos construindo uma nação. Brasília: CONFEA, ***2008****, 252.*

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Aldélio Bueno Caldeira[a], Jorge Audrin Morgado de Góis[a], Francesco Scofano Neto[a] e Luciano Luporini Menegaldo[a].*

*[a]Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais (SE/4) – Instituto Militar de Engenharia; Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brazil. *aldelio@ime.eb.br*

ABSTRACT

This work presents a brief history of the Mechanical Engineering Graduate Program of the Military Institute of Engineering. The progress, as well as the objectives, the infrastructure, the performance of teaching and research, and future projects of the Program are emphasized.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma breve história do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica do Instituto Militar de Engenharia. O progresso assim como os objetivos, a infraestrutura, a performance do ensino e pesquisa e os futuros projetos do programa são enfatizados.

Keywords: mechanical engineering, graduate course, history.

HISTÓRICO DO CURSO

A Industrialização do Brasil, concebida ao longo dos Governos do Presidente Getúlio Vargas, contou com uma expressiva colaboração do Exército Brasileiro. No que tange especificamente à Engenharia Mecânica, percebe-se um esforço de dotar a Força Terrestre de recursos humanos desde o final dos anos 20 com a criação do Curso de Graduação em Engenharia Industrial e de Armamento, por meio do Dec. 5632 de 31 de Dezembro de 1928. Anos mais tarde, foi implantado o curso de Engenharia Industrial e de Automóveis pelo Aviso Nr 226 de 03 de Março de 1947. Esses cursos tiveram papel fundamental no estabelecimento da indústria automobilística brasileira na década de 50 (Menegaldo e Scofano Neto, 2008).

O curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica foi criado em 1973, sendo credenciado pelo Conselho Federal de Educação em 1983 (Menegaldo, 2008).

As primeiras dissertações de mestrado foram defendidas em 1977 (Conceição, 2010):

- Influência do Trabalho a Frio por Trefilação na Resistência – Fadiga de uma Liga de Alumínio, defendida por José Wancelotti, em 17/02/1977, sob a orientação do Prof. Krishan Kuma Chawla, PH. D;

- Determinação da Curva do Coeficiente de Arrasto a Partir de Dados Fornecidos por Radar, defendida por José Alfredo Ferreira Teixeira, em 22/08/1977, sob a orientação do Prof. Jorge Muniz Barreto, D. Sc;
- Análise Numérica da Sustentação Aerodinâmica de Foguetes, defendida por Waldyr Armentano Martins, em 23/08/1977, sob a orientação do Prof. Robert Paul Forslund, Ph. D.;
- Cálculo de Trajetórias Tridimensionais de Foguetes Balísticos com Estabilização Aerodinâmica, defendida por Renato Molina da Silva em 23/08/1977, sob a orientação do Prof. Carlos Alberto Fialho Thompson Leite, Ph. D..

Até novembro de 2010, 186 Mestres em Ciências em Engenharia Mecânica foram formados pelo Instituto Militar de Engenharia (Conceição, 2010).

Os temas das dissertações defendidas, a exemplo das supracitadas, revelam, desde os primórdios, a forte ligação existente entre as atividades de ensino e pesquisa realizadas no Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica e as necessidades científicas e tecnológicas da Força Terrestre. As dissertações desenvolvidas nos anos 70 tiveram como foco principal a Aerodinâmica de Mísseis e Foguetes, e mais especificamente o cálculo de trajetórias, os critérios de estabilidade e o levantamento de curvas de sustentação e de arrasto em vários regimes de vôo.

Durante a década de 80, as pesquisas iniciadas na década anterior continuaram, surgindo, porém, novos campos de estudo como dinâmica de veículos, propulsão, balística terminal e motores de combustão interna multicombustíveis. Neste período, podem ser citadas as seguintes dissertações (Conceição, 2010):

- Cálculo de Trajetórias Tridimensionais de Foguetes Balísticos Multiestágios e com Estabilização Aerodinâmica, defendida por Maj Olimpio de Sales Cunha, em 20/02/1981, sob a orientação do Cel. José Carlos Albano do Amarante, Ph. D.;
- Cartas de Combustão para Motores Multicombustíveis, defendida pelo Maj Júlio Sérgio Dolce da Silva, em 20/12/1982, sob a orientação do Prof. Carlos Alberto Fialho Thompson Leite, Ph. D.;
- Análise Dinâmica de Chassis de Automóveis, defendida por Jorge Humberto Cassab Fadel, em 09/02/1984, sob a orientação do Prof. Abimael Fernando Dourado Loula, D.C.;
- Bancada de Teste para Estato-Reatores Empregados na Propulsão Secundária de Granadas de Artilharia, defendida por Carlos Eduardo Seraphico de Souza Migueis, em 29/12/1986, sob a orientação do Prof. Demétrio Bastos Neto, Ph. D.;
- Impacto de Projéteis, defendida pelo TC Sérgio Bruno Farinha Canarim, em 30/01/1987, sob a orientação do Prof. Jorge de Mello e Souza, Ph. D.;
- Análise Dinâmica de Veículos Blindados, defendida pelo TC Marco Antonio Santos Pinheiro, em 28/10/1987, sob a orientação do Prof. Jorge de Mello e Souza, Ph. D..

Esses trabalhos ilustram a relevância e o pioneirismo das pesquisas realizadas no Programa de Engenharia Mecânica do Instituto Militar de Engenharia, investigando, desde a sua criação, temas ainda hoje atuais.

Ao longo dos anos 90, o Programa de Engenharia Mecânica passou a realizar pesquisas voltadas para os aspectos científicos fundamentais, objetivando o desenvolvimento de técnicas e métodos, visando aplicações duais. Nesse período, destacam-se as dissertações que abordam Elementos Finitos, Elementos de Contorno, Grafos de Ligação e a Transformada Integral Generalizada. Contudo, a iden-

tidade do curso, caracterizada pelas pesquisas de interesse militar, permaneceu viva. São exemplos de dissertações concluídas nesta década (Conceição, 2010):

- Análise do Processo de Penetração de Projéteis Rígidos em Alvos Finitos, defendida pelo Cap Ricardo Ferreira Morais, em 21/12/1992, sob a orientação do TC Arnaldo Ferreira, Ph. D.;
- Trocadores de Calor: uma Abordagem pela Técnica da Transformada Integral Generalizada, defendida pelo Cap Paulo Cezar Gomes Carrilho, em 10/02/1993, sob a orientação do Prof. Francesco Scofano Neto, D. C.;
- Desenvolvimento de um Código Computacional para a Análise Estrutural Dinâmica utilizando os Grafos de Ligação e o Método dos Elementos Finitos, defendida pelo Maj Byron Patrício Acosta Alvarez, em 31/10/1995, sob a orientação do Prof. Fernando Ribeiro da Silva, D. C.;
- Análise de Desempenho de Sistemas de Guiamento de Mísseis Solo-Ar, defendida pelo CT Gian Karlo Huback Macedo de Almeida, em 17/01/1997, sob a orientação do Prof. Mauro Speranza Neto, D. C.;
- Modelo de Suspensão Ativa utilizando Transformadores Cinemáticos, defendida pelo 1º Ten Jorge Audrin Morgado de Gois, em 25/01/2000, sob a orientação do Prof. Clódio Alberto Pastro Sarzeto, D.C..

Com base nas dissertações acima, ilustra-se, também, a colaboração do Programa em tela com a formação de recursos humanos e o desenvolvimento de trabalhos atendendo aos interesses da Marinha do Brasil. Destaca-se, assim, a permanente vocação do Programa de Engenharia Mecânica, empregando a ciência e a tecnologia voltadas para o desenvolvimento da Engenharia Militar e sua colaboração com as demais Forças Armadas brasileiras.

A partir do ano 2000, áreas como mecatrônica e bioengenharia passaram a ser contempladas como temas das dissertações do Programa de Engenharia Mecânica. Nesta fase, que perdura até os dias atuais, podem ser elencadas algumas dissertações (Conceição, 2010):

- Controle Não-Linear de Sistemas Torre-Canhão de Carro de Combate, defendida pelo 1º Ten Márcio dos Santos Gomes, em 09/01/2004, sob a orientação do Maj Armando Morado Ferreira, Ph. D.;
- Modelagem e Simulação dos Efeitos da Perfusão Sanguínea em Problemas de Biotransferência de Calor, defendida por Amanda Vivas Presgrave, em 03/02/2005, sob a orientação do Prof. Francesco Scofano Neto e do Prof. Rodrigo Otávio de Castro Guedes, Ph. D.;
- Desenvolvimento dos Sistemas Embarcados de um Robô Móvel para Inspeção Externa In Situ de Risers, defendida por Maurício de Oliveira Brito, em 12/02/2008, sob a orientação do Prof. Luciano Luporini Menegaldo, D. C.;
- Análise Dinâmica do Tiro de Armamento Pesado, defendida pelo 1º Ten Achille Arantes Bassi, em 19/01/2009, sob a orientação do Prof. Fernando Ribeiro da Silva, D. C., e do Cel Benedito Luís Barbosa de Andrade, D. C..

A história do Programa de Engenharia Mecânica do Instituto Militar de Engenharia, conforme se constata a partir dos trabalhos supracitados, retrata a consolidação de uma identidade única no cenário da Pós Graduação brasileira em engenharia mecânica, manifestada na constante dedicação aos problemas científicos e tecnológicos de interesse da Força Terrestre. Porém, a forte e particular identidade do curso

não impediu avanços em campos do conhecimento com aplicações duais, permitindo o atendimento de diversas demandas da sociedade brasileira.

EVOLUÇÃO DO CURSO

O Programa objetiva a formação de recursos humanos civis e militares e a realização de pesquisas no âmbito da Engenharia Mecânica, privilegiando os interesses da Força Terrestre. Esses objetivos se traduzem na missão de formar pessoas com uma ampla base de conhecimento e capacitadas a se destacar no cenário técnico-científico (Menegaldo, 2008).

O Programa tem como metas: melhoria contínua da pós graduação; integração da Pós Graduação com a graduação; constante adequação da infraestrutura física; pesquisas voltadas para o interesse do Exército e a colaboração com as demais Forças Armadas, bem como com a sociedade civil (Menegaldo, 2008).

ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO E AS LINHAS DE PESQUISAS

Atualmente, o Programa possui duas áreas de concentração: Mecânica dos Sólidos e Termociências, as quais têm, respectivamente, como linhas de pesquisa: Projeto Mecânico e Termofluidodinâmica.

A modelagem, simulação e análise de fenômenos associados à Mecânica dos Sólidos são o foco do interesse das pesquisas desenvolvidas na linha de pesquisa de Projeto Mecânico, onde se destacam os seguintes temas:

- Biomecânica;
- Controle de Sistemas Mecânicos;
- Dinâmica Não Linear;
- Dinâmica de Sistemas Multicorpos;
- Dinâmica de Veículos;
- Mecatrônica;
- Modelagem de Sistemas Dinâmicos;
- Projeto Mecânico Aplicado a Sistemas de Armas e a Materiais de Emprego Militar;
- Propagação de Ondas em Sólidos;
- Propriedades Dinâmicas dos Materiais;
- Vibrações.

A modelagem, simulação e análise de fenômenos e processos associados às áreas de Fenômenos de Transporte e Engenharia Térmica são de interesse da área de concentração em Termociências. Ferramentais analíticos, computacionais e experimentais são utilizados nessas análises. Dentre os temas desta área podem ser:

- Aerodinâmica;
- Biotransferência de calor;
- Combustão;
- Mecânica dos Fluidos;
- Métodos Analíticos e Numéricos;
- Motores de Combustão Interna;

- Propulsão;
- Termodinâmica;
- Termofluidodinâmica Aplicada a Sistemas de Armas e a Materiais de Emprego Militar;
- Transferência de Calor e Massa;
- Turbulência.

CORPO DOCENTE

Ao longo da história, professores reconhecidos no meio acadêmico brasileiro atuaram no Programa de Engenharia Mecânica, sendo alguns desses facilmente identificados como orientadores das dissertações citadas neste texto.

O corpo docente do Programa de Engenharia Mecânica sempre se caracterizou pela elevada qualificação e reduzido número de integrantes. Na atualidade, o corpo docente é composto por 9 (nove) professores, todos com doutorados realizados em universidades do Brasil, Estados Unidos e Alemanha. Dentre esses professores, três são oficiais do Quadro de Engenheiros Militares. Todos os professores do Programa são docentes dos cursos de graduação em Engenharia Mecânica e de Armamento e de Engenharia Mecânica e de Automóveis do Instituto Militar de Engenharia.

CORPO DISCENTE

Desde a sua criação, o Programa de Engenharia Mecânica contribuiu para a formação de muitos engenheiros, pesquisadores, professores e militares. Muitos desses egressos do Programa atuam hoje em várias instituições de ensino e pesquisa do país e do exterior.

De acordo com o objetivo do curso, estão aptos a se candidatarem os graduados em Engenharia e em Ciências Exatas, bem como oficiais da Forças Armadas e Auxiliares, desde que possuam sólidos conhecimentos nas áreas de matemática e física. Nos últimos anos, muitos matemáticos e físicos ingressaram e concluíram o Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica. Frequentemente, integram o corpo discente oficiais das Forças Armadas de Nações Amigas, favorecendo o intercâmbio internacional com estas instituições.

A INFRAESTRUTURA

O Programa conta com a infraestrutura necessária para o seu funcionamento. A área física inclui espaço para administração, salas de professores, laboratórios, salas de aula, sala de estudos para alunos e sala de seminários. Todas as instalações do Programa são interconectadas por redes e oferecem acesso sem fio à Internet.

A Seção de Engenharia de Mecânica e de Materiais mantém um Laboratório de Análises Numéricas para apoio ao ensino de graduação e pós graduação. Conta ainda com três laboratórios temáticos que apóiam o ensino, pesquisa e desenvolvimento em áreas específicas: Laboratório de Aerodinâmica, Laboratório de Motores

e Laboratório de Projetos Mecânicos. Esses laboratórios têm por objetivo atender às necessidades de prática experimental das disciplinas do ciclo profissional do curso de graduação em Engenharia de Mecânica e atender os alunos de pós graduação, dando suporte às atividades de pesquisa do Programa.

A partir de investimentos diretos por meio de verbas orçamentárias oriundas do Plano Básico de Ciência e Tecnologia (PBCT) do Exército e de agências de fomento governamentais, o Programa tem procurado fortalecer os laboratórios de ensino e pesquisa.

Na Linha de Pesquisa de Projetos Mecânicos, o Laboratório de Projetos Mecânicos foi resultado da fusão de outros laboratórios existentes, com significativos aportes de recursos externos, em especial da FINEP. Dentro dessa linha, está sendo montado um novo laboratório, chamado Laboratório de Robótica Industrial e de Defesa (IDR Lab). A criação deste laboratório está sendo financiada com recursos do PBCT (Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército), por meio do projeto Cooperação de múltiplos robôs industriais seriais atuando em plataformas de simuladores de Viatura Blindada de Combate (VBC), no valor de R$1.248.000,00. Estão sendo realizadas atualmente obras civis no espaço que foi disponibilizado para sua montagem, que prevê para os próximos três anos a instalação de um Sistema Multirobô Cooperativo e um Dispositivo de Realidade Virtual, para simulação de um veículo off-road monotripulado.

Na LP de Termofluidodinâmica, o Laboratório de Aerodinâmica foi totalmente reformado com recursos do PBCT e da FAPERJ, assim como o Laboratório de Motores, que recebeu recursos da ordem de R$210.000,00 da FAPERJ e do CNPq. Na nova área reformada, de cerca 200 m^2, foram instalados diversos equipamentos, como: analisador de gases, analisador de opacidade, balança de precisão, compressor e recuperação do dinamômetro. Além das reformas civis, foram adquiridos sete novos microcomputadores de última geração e seus respectivos mobiliários. Dentro da LP de termofluidodinâmica, iniciou-se o desenvolvimento de um novo laboratório de motores, financiado por um projeto de grande porte de infraestrutura patrocinado pela Petrobrás, numa área anexa ao IME situado no Ctex. Ele incluirá um dinamômetro hidráulico, um dinamômetro transiente e um motor mono-cilindro transparente, o único na América Latina. Além disso, haverá um cluster próprio e uma sala equipada para realizar medição de propriedades termofísicas.

PROJETOS DE PESQUISA E INTERAÇÃO COM A INDÚSTRIA

Dentre os principais projetos de pesquisa obtidos junto aos órgãos de fomento destacam-se

- FINEP Ações Transversais;
- FINEP CT-PETRO;
- PNDP Capes;
- PRO-DEFESA Capes;
- PRO-ENGENHARIAS Capes;
- Pós Doutoramento no Exterior Capes;
- Universal CNPq;

• Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército;
• Projetos financiados pela PETROBRÁS;
• CENTRAN;
• FAPERJ, diversas modalidades.

A interação do Programa de Engenharia Mecânica com a indústria é uma atividade importante, sempre voltada para projetos de pesquisa relevantes no cenário nacional. Neste sentido, destacam-se: construção e montagem de um centro de excelência em Canhoneio, financiado pela ANP; o desenvolvimento de uma ferramenta de hidrojateamento, o qual está sendo financiado com recursos da Petrobrás; projeto de soldagem de dutos utilizando elemento energético, financiado pela Petrobrás; a construção de um robô para inspeção de risers, financiado pela FINEP-CT PETRO. Esse último projeto resultou no depósito de uma patente no INPI PI0705113-1 intitulada Aparelho externo para inspeção universal de tubulações em catenária livre (Menegaldo e Sacofano Neto, 2008).

INTERCÂNBIOS E INSERÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL

A inserção nacional e internacional do Programa se faz notar na presença frequente de professores ou alunos oriundos de outros países e em especial os provenientes das Forças Armadas das Nações Amigas. Pesquisadores e professores de renomadas instituições nacionais e internacionais participam de seminários e bancas, bem como realizam pesquisas em conjunto com os docentes e discentes do Programa. Ademais, professores do Programa realizam intercâmbio com universidades na Europa e nos Estados Unidos.

CONCLUSÃO

Desde a sua criação, em 1973, até os dias atuais, o Programa de Engenharia Mecânica consolidou a sua identidade ocupando uma importante lacuna no âmbito da pesquisa e da formação de recursos humanos.

A identidade do Programa, voltada para os interesses do Exército, torna esse Programa único no cenário nacional. Contudo, temas de interesse duais, que atendem demandas de diferentes setores da sociedade não deixaram de ser abordados pelo Programa, resultando em uma importante ligação entre o Programa e a indústria nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conceição, H. H.; Histórico de Dissertações em Engenharia Mecânica IME, arquivos da SE/4, ***2010****.*

Menegaldo, L. L.; SE/4 – IME, Projeto Pedagógico dos Cursos de Pós-graduação: Engenharia Mecânica, ***2007****.*

Menegaldo, L. L.; Scofano Neto, F; Coleta de Dados – DataCAPES, Sistemas e Computação – 31007015005P8, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ***2008****.*

EVOLUÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA DO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA: 40 ANOS

Alcino Palermo de Aguiar[a] e Tanos Celmar Costa França[a]*

[a]Seção de Engenharia Química (SE/5); Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
**tanos@ime.eb.br*

ABSTRACT

The graduate program (PG) in Chemistry of the Military Institute of Engineering (IME) is one of the oldest in Brazil and, together with the graduate program in Nuclear Engineering, counts in 2009, 40 years since its foundation. Beyond its participation in several strategic projects to the technologic development of the country along these years, the program is also proud of having graduated a significative number of prominent professionals (both civilian and military) in teaching, research and technologic development in chemistry in Brazil. Having overpassed several different obstacles along these 40 years, the program is today in full ascension and still have energy for more 40 years of challenges always focusing the national interests in the development of strategic technologies.

RESUMO

O programa de Pós-graduação (PG) em Química do Instituto Militar de Engenharia (IME) é um dos cursos de PG mais antigos do Brasil e, juntamente com o programa de PG em energia nuclear do IME, comemora, em 2009, 40 anos de sua criação. Além de ter participado de muitos projetos estratégicos para o desenvolvimento tecnológico do país ao longo desses anos, o programa se orgulha, também, por ter formado uma considerável parcela de profissionais, tanto civis quanto militares, que se destacaram no ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico em química no Brasil. Tendo superado dificuldades de todo tipo ao longo de seus quarenta anos, o programa encontra-se hoje em franca ascenção e com fôlego para mais 40 anos de desafios sempre visando o interesse nacional no desenvolvimento de tecnologias estratégicas.

Keywords: Graduate program in Chemistry, Military Institute of Engineering.

HISTÓRICO DO CURSO

Pensar uma estratégia para o desenvolvimento científico nacional levou à constatação, na metade do século passado, de que era necessário investir na formação de recursos humanos qualificados para atuar nas Instituições de Ensino Superior

(IES) do país. Para isso, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi criada em 1951. A iniciativa bem sucedida, acompanhada de outras ações governamentais, como a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) permitiu a criação e a expansão do sistema de PG no Brasil (Cadore, 2007). Naquele momento, a química, como ciência bem estabelecida, já trilhava o caminho da pesquisa em diferentes locais do Brasil, porém sob a forma de iniciativas isoladas de alguns cientistas perseverantes e, geralmente, associadas a Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras e em condições nem sempre favoráveis à pesquisa. Com o surgimento do estímulo da CAPES novos horizontes se abriram para a pesquisa em química no Brasil que passou a se desenvolver num ritmo mais acelerado.

Em 1963, foi criado o primeiro programa de PG em química do país na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e, a partir de então, outros programas de PG em química foram criados e consolidados. Formaram-se recursos humanos qualificados que, por sua vez, multiplicaram esta iniciativa. Neste cenário científico, foi criado em 1969, o programa de PG em química do IME com o intuito de formar recursos humanos especializados capacitados para realizar pesquisas básicas e aplicadas. Estes recursos humanos seriam de interesse geral do Brasil, pois na época havia uma imensa demanda na área, particularmente no âmbito do Exército Brasileiro, que necessitava de militares com este tipo de formação para conduzir as pesquisas de interesse específico das Forças Armadas e para atuar nas fábricas militares de material bélico.

O primeiro corpo docente do curso foi composto, em sua maioria, por professores estrangeiros contratados para montar laboratórios e estabelecer linhas de pesquisa, dando assim, os primeiros passos para a sua consolidação.

O programa iniciou suas atividades com a área de síntese orgânica, voltada para a síntese total de fármacos, buscando formas de tornar o país independente da importação de insumos para a produção de alguns medicamentos considerados básicos pela Central de Medicamentos (CEME) ou pelo Ministério da Saúde (MS). Esta visão pioneira do IME sobre a necessidade de produzir nossos próprios medicamentos está em destaque atualmente em nível nacional, especialmente com os programas de controle da AIDS e das doenças tropicais.

Em 1972 foram iniciados os trabalhos na área de espectroscopia, voltada especificamente para a Ressonância Magnética Nuclear (RMN), ramo em que o IME é pioneiro no Brasil. Ainda nesse ano foi criada a área de catálise, o que até em concepção foi inovador, pois não é de nosso conhecimento a existência, até aquela data, de nenhum programa de PG voltado para a formação de especialistas em catálise. Sem dúvida, uma das áreas mais importantes da química no contexto tecnológico mundial.

Visando manter o programa na vanguarda do desenvolvimento científico, foi iniciada, em 1990 a área de modelagem molecular, sendo nosso curso um dos pioneiros no Brasil também nesse importante ramo da química, que na atualidade é considerado como imprescindível em diversas áreas da pesquisa de alto nível e, no nosso caso em particular, encontra aplicações no projeto de fármacos, nos estudos de materiais energéticos, das propriedades físico-químicas das moléculas e nos estudos de dispersão de agentes químicos e biológicos.

Finalmente, em 2003, foram dados os primeiros passos para a criação da área

de tecnologia química, montada com o intuito de agrupar as diversas pesquisas desenvolvidas no limiar entre a engenharia química e a química em desenvolvimento no nosso programa. Atualmente, esta área inclui as pesquisas em combustão, materiais energéticos e alguns projetos em defesa química.

Os cursos de PG em química em nível de mestrado e doutorado foram credenciados pelo Conselho Federal de Educação (CFE) em 1980 e recredenciados em 1987, segundo o Parecer no 224/87, e já titulou até setembro de 2009, 236 Mestres e 64 Doutores perfazendo um total de 300 alunos titulados. A Figura 1 apresenta o número de dissertações e teses defendidas desde a criação do curso.

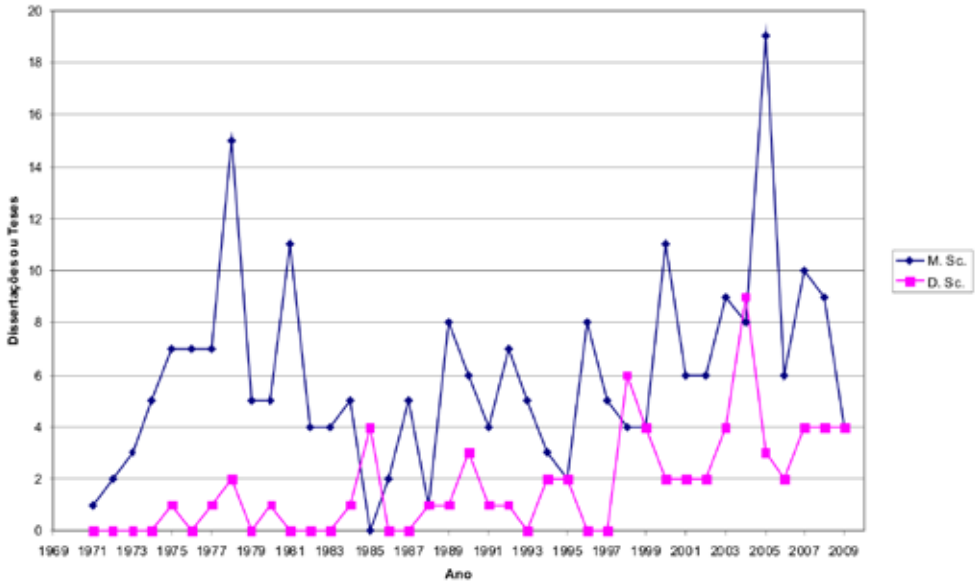

Figura 1: Teses e dissertações defendidas no período 1971 – 2009.

O programa de PG em química do IME apresenta duas características peculiares quando comparado a outros programas: a dimensão reduzida do corpo docente – é o menor programa de PG nesta área no Brasil – e um aproveitamento não direto de alunos oriundos do programa de Iniciação Científica (IC). Esta situação está associada ao fato do aluno militar só poder ingressar na PG após três anos da conclusão de sua graduação em função das demandas da carreira. Também contribui para isso o fato dos alunos graduados civis, extremamente cobiçados, serem rapidamente inseridos no mercado de trabalho em diferentes setores, públicos e privados.

Mesmo nestas circunstâncias vem sendo observado um bom número de alunos matriculados ao longo dos anos (Figura 2). Neste aspecto, deve ser considerada a enorme competição por estes candidatos, haja vista a existência de diferentes instituições ofertando cursos de PG em química no Estado do Rio de Janeiro. Este parâmetro pode ser uma pequena evidência da representatividade do programa junto aos discentes graduados.

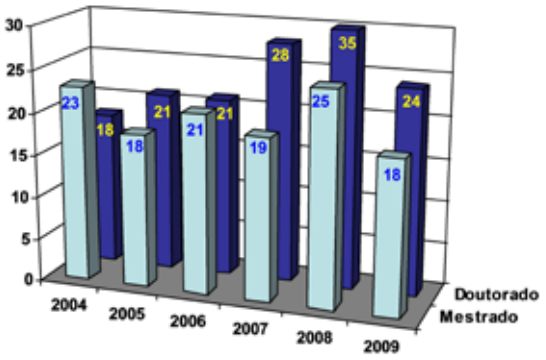

Figura 2: Número de alunos matriculados no período de 2004-2009.

CORPO DISCENTE

É importante destacar que o curso de graduação é em engenharia química, enquanto que o programa de PG é em química. Em função disso e, diferente de outras universidades, uma parte muito significativa dos nossos alunos de PG é oriunda de outras instituições do Rio de Janeiro (UFRJ, UFRRJ, UERJ, UFF, UNIRIO, UniGranrio etc.) e de instituições de outros estados (por exemplo: UFSM, UFLA, UNB, UNICAMP, UFRN, UFMG e UFMS). O programa aceita alunos com formação em química, engenharia química, farmácia, bioquímica, licenciatura em química e, em casos excepcionais, física, biologia e ciências biomédicas.

A primeira dissertação de mestrado foi concluída em 1971 por Gary Santos Varandas e foi intitulada: "Síntese de Ésteres do Ácido 2,6-Naftalenodissulfônico e suas Propriedades como Reagente de Alcoilação". A primeira defesa de doutorado ocorreu em 1975, e teve como título: "Propriedades Químicas das 2,3 Difenil- Benzofuranas Substituídas", sendo defendida por Roberto Rodrigues Coelho. Estes dois trabalhos tiveram como orientador o Professor Roderick Arthur Barnes.

CORPO DOCENTE

O programa de PG em química, em função de adaptações à constante evolução das atividades de ensino e pesquisa, assim como dos métodos de avaliação e classificação interna e da CAPES, vem passando por uma reestruturação ao longo dos anos.

No final de 1996, em função de uma série de aposentadorias e da política de congelamento de contratações do Governo Federal, o programa apresentava um número reduzido de professores permanentes. Em 1997 dois novos professores foram contratados para atuar na área de catálise, e em 1998 mais um professor se integrou ao programa, para atuar em síntese orgânica. A contratação destes novos professores possibilitou, então, a implementação de uma série de mudanças e melhorias no programa. Em primeiro lugar, houve uma melhor distribuição das tarefas administrativas, o número de horas-aula/semana pôde ser reduzido permitindo assim um maior foco na publicação de artigos científicos provenientes das teses e dissertações, de modo a melhorar os índices de avaliação do programa. Como consequência desta reestruturação foi possível otimizar os tempos médios para conclusão de teses e dissertações ao longo dos anos.

Em janeiro de 2003 iniciaram suas atividades no programa mais dois professores doutores, um em química teórica e o outro em materiais energéticos. Também em 2003, um docente com mestrado da nossa Seção de Ensino, que ministrava aulas somente na graduação, finalizou seu doutorado e se integrou ao programa de PG.

Finalmente, em 2004 e 2005 dois alunos militares concluíram seus doutorados respectivamente nas áreas de modelagem molecular e química orgânica e passaram a integrar o corpo docente do programa. Na atualidade contamos com 11 professores doutores com atuações em diferentes áreas da química, desenvolvendo projetos, orientando alunos em diferentes níveis (iniciação científica, mestrado, doutorado) e exercendo atividades administrativas. A Figura 3 apresenta a evolução no número de professores do programa entre os anos de 1996 e 2009, onde

pode ser constatada uma recuperação discreta face à inserção de professores militares ou mesmo de eventuais professores colaboradores.

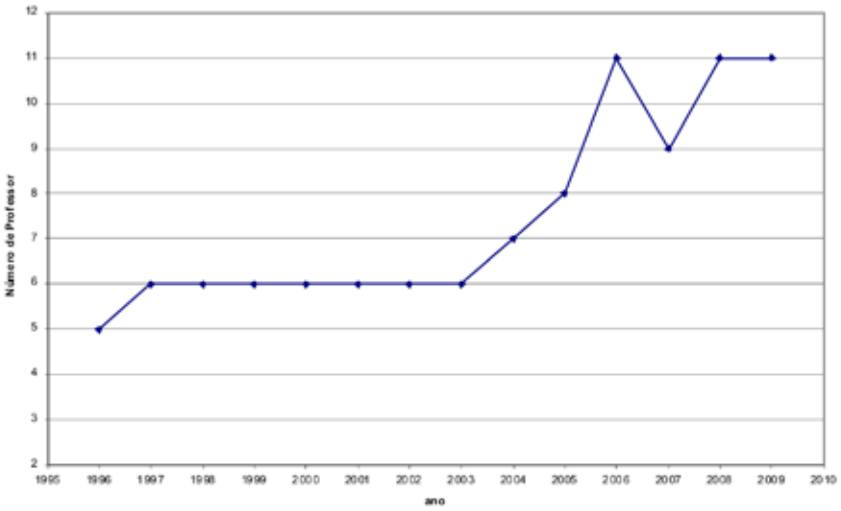

Figura 3: Variação do corpo docente no período 1996-2009.

DESTINO DOS ALUNOS EGRESSOS DO PROGRAMA

O nosso programa de PG procura fornecer uma formação sólida nas diversas áreas de especialização, preparando o aluno para atuar com independência no desenvolvimento de pesquisa, básica ou aplicada, na indústria ou em institutos de pesquisa. Os alunos também são formados visando sua capacitação para atuarem como instrutores ou professores, especialmente para exercerem atividades de docência em instituições de nível superior, públicas ou privadas. É de especial interes-

Figura 4 – Destino atual dos egressos do programa de PG em química do IME. Os pontos vermelhos indicam os estados onde há egressos do programa.

se capacitar os alunos para, eventualmente, criarem e liderarem seus próprios grupos de pesquisa. A Figura 4 apresenta, de forma geral, a abrangência nacional do programa visto que nossos egressos encontram-se espalhados por todo o território nacional. De fato, a maior parte dos egressos do nosso programa atuam como professores universitários e pesquisadores de alto nível em empresas públicas ou no próprio Exército, com uma porção significativa ocupando cargos em indústrias privadas. Os nossos alunos têm conseguido pleno sucesso tanto na indústria quanto na vida acadêmica, seja como professores de universidades federais e estaduais, ou mesmo como alunos de doutorado em universidades brasileiras ou estrangeiras.

Além disso, o programa mantém intercâmbio científico-tecnológico com diversas universidades e institutos de pesquisa nacionais e estrangeiros. Esta política tem propiciado uma relevante inserção do aluno titulado no mercado de trabalho, conforme pode ser observado na Figura 5, a qual reporta os bons índices obtidos nos últimos anos.

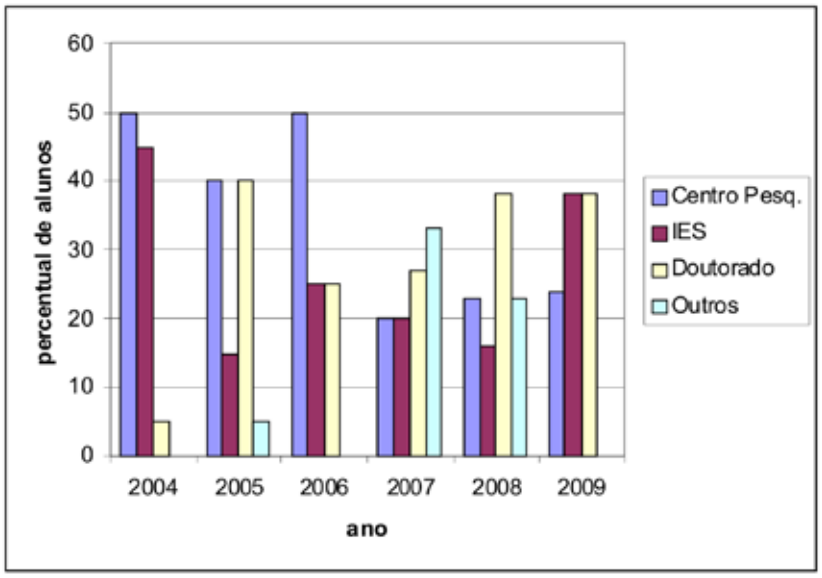

Figura 5: Distribuição dos alunos formados no mercado de trabalho.

PRODUTIVIDADE DOCENTE

O corpo docente vem, ao longo dos anos, tentando alcançar índices de produção científica compatíveis com os números recomendados pela CAPES. Neste aspecto, vem sendo mantida uma produtividade científica bastante diversificada ao longo dos últimos cinco anos, conforme reportado na Figura 6.

Cabe ressaltar que os professores do programa participam ativamente da comunidade científica nacional e internacional. Dentre os integrantes do corpo docente temos atualmente o Presidente da Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear (AUREMN) e um membro da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Ao longo dos anos os docentes do programa também têm participado como organizadores, secretários ou presidentes de diversos eventos científicos como o XVIII Simpósio Iberoamericano de Catálise e o IX Encontro Regional da SBQ-Rio em 2002, a IX Jornada Brasileira de Ressonância Magnética,

o 2nd Brazilian Meeting on Medicinal Chemistry, o Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada em 2004, o I Encontro Iberoamericano de Ressonância Magnética Nuclear e o Workshop Columbus in Rio: Um Curso de Química Quântica sobre Métodos Multireferenciais, Superfícies de Energia Potencial, Estados Excitados e Dinâmica, em 2005, e ainda o V Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais e o XII Encontro de Modelagem Computacional em 2009.

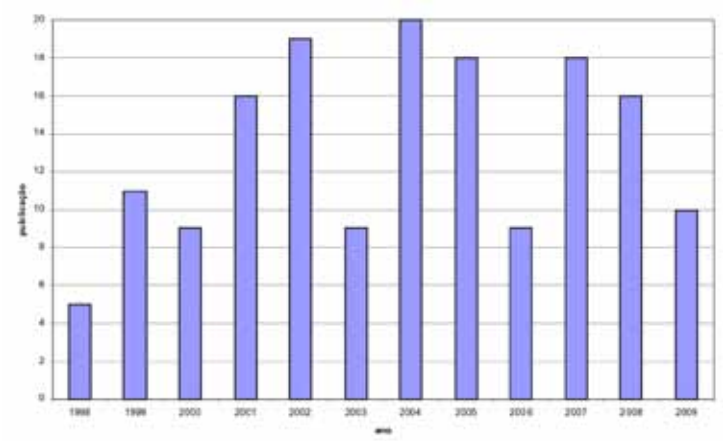

Figura 6: Produção bibliográfica do programa em revistas especializadas no período 1998 – 2009.

PROJETO PEDAGÓGICO DO PROGRAMA

O programa de PG em química do IME foi criado com o intuito de formar recursos humanos em química orgânica e físico-química, com capacidade para realizar pesquisas básicas e aplicadas em catálise, espectroscopia, modelagem molecular, síntese orgânica e tecnologia química. Também sempre foi parte fundamental dos objetivos do curso desenvolver pesquisas, tanto de cunho básico como aplicado, em áreas estratégicas e temas de interesse da força terrestre, hoje definidos pelo Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército (PBCT) (Portaria 741 da SCT, 2002).

O programa foi criado para funcionar em um sistema de créditos, que permite uma maior flexibilidade de operação e a possibilidade de moldar a formação de um aluno específico de acordo com os interesses individuais, da sociedade civil ou do Exército. Os trabalhos em andamento atualmente abordam os temas: química medicinal, catálise heterogênea experimental e teórica, biodiesel, modelagem molecular, combustão, materiais energéticos, dispersão, processos orgânicos, espectroscopia de RMN, quimiometria, polímeros, combustão, compostos de coordenação, química de compostos heterocíclicos, espectometria de massas e defesa contra guerra química e biológica.

A linha de pesquisa em catálise tem como objetivo básico a preparação e a caracterização de novos materiais para aplicação como catalisadores em diversos processos químicos. Os principais tipos de catalisadores estudados são: catalisadores ácido-base, catalisadores metálicos suportados, carbetos metálicos e catalisadores óxido-suportados ou mássicos.

A linha de pesquisa em espectroscopia está orientada ao desenvolvimento de metodologias experimentais e aplicações da RMN em problemas químicos e de química medicinal. As técnicas em desenvolvimento incluem metodologias para

excitação seletiva usando DANTE (Gil, 2002), sequências de pulsos para medição de constantes de acoplamento heteronucleares a longa distância e seu uso na análise conformacional por modelagem molecular e ainda metodologias para medição de relaxação nuclear. Além de constituir uma técnica básica e essencial para a elucidação das estruturas de moléculas, servindo de apoio a todas as linhas de pesquisa em química ou áreas afins do IME, a RMN também é aplicada na determinação dos mecanismos de atividade biológica de fármacos através do estudo de interações entre estes e biomoléculas (proteínas, DNA, membranas, etc.) e no uso destas informações no projeto de novos fármacos.

Os estudos por modelagem molecular incluem a utilização de diversos programas e pacotes computacionais, como Gromacs (Berendsen, 1995; Lindahl, 2001), Gaussian® (Frisch, 1998), Gamess (Schmidt, 1993; Gordon, 2005), Autodock (Morris, 1998) e Molegro® (Thomsen, 2006), para a proposição de estruturas teóricas de alvos moleculares (proteínas, DNA, membrana celular) e o estudo de seu comportamento dinâmico e mecanístico com o objetivo de propor estruturas de novos antibióticos, antídotos contra agentes de guerra química e fármacos contra agentes de guerra biológica. Programas de modelagem e simulação, como o Phoenix® (http://www.cham.co.uk/), são aplicados em estudos da dispersão de agentes de guerra química e biológica em locais públicos, como estações de metrô. Outra aplicação da modelagem molecular em nosso programa de PG envolve estudos quânticos das propriedades de organofosforados através de química quântica computacional e a caracterização computacional de materiais energéticos.

A linha de síntese orgânica compreende atividades no desenvolvimento de metodologias sintéticas e na preparação de compostos heterocíclicos, organofosforados e de coordenação, agentes complexantes e potenciais fármacos. Os compostos com atividade biológica mais pesquisados incluem potenciais antiparasitários (contra doença de chagas, malária e leishmaniose), fungicidas, antibióticos, pesticidas, antineoplásicos e antídotos para intoxicação com organofosforados neurotóxicos.

A linha de tecnologia química compreende atividades de pesquisa visando o desenvolvimento de processos e pesquisas com potencial aplicação tecnológica, especialmente nas áreas de catálise, explosivos e propulsão, contribuindo para integrar, dessa forma, a graduação em engenharia química com a PG em química da SE/5.

A aquisição e manutenção de novos equipamentos e a manutenção dos laboratórios de pesquisa sempre foi um problema para o programa de PG em química do IME em função de seu elevado custo. Historicamente, as principais fontes de recursos para este fim têm sido os órgãos de fomento estatais, particularmente CAPES, CNPq, FINEP e FAPERJ, ou mesmo empresas como Petrobrás e Eletrobrás, através do financiamento de projetos de pesquisa de professores e pesquisadores do IME aprovados por estes órgãos.

Foram editais como o PADCT, recursos de emendas parlamentares e projetos junto a FINEP que tornaram possível a aquisição e manutenção de equipamentos de alto custo como o aparelho de RMN, espectrômetros de massas e cromatógrafos, bem como a reforma de laboratórios antigos e a criação de novos laboratórios.

Hoje o curso de PG em química do IME conta com 18 laboratórios (Tabela 1)

Tabela 1 – Laboratórios do curso de PG em química do IME.

Item	Nome do Laboratório
1	Síntese Orgânica
2	RMN
3	Espectrometria de IV e UV
4	Catálise
5	Preparação de Catalisadores e Craqueamento Catalítico
6	Caracterização de Catalisadores
7	Modelagem Molecular
8	Química Teórica e Computacional
9	Modelagem Molecular Aplicada a Defesa Química e Biológica
10	Fluidodinâmica Computacional
11	Materiais Energéticos
12	Química Orgânica
13	Antibióticos
14	Cromatografia
15	Processos catalíticos
16	Bio-orgânica
17	Laboratório de Espectrometria de Massas
18	Laboratório de Biotecnologia

destinados a atender a demanda associada ao ensino e a pesquisa, principalmente em nível de PG, e mantidos com recursos de projetos de pesquisa dos professores do programa.

Além dos laboratórios dedicados às diversas linhas de pesquisa estabelecidas, o curso ainda conta com uma central analítica, montada no ano de 2008, equipada com um espectrômetro de massas, equipamento de cromatografia gasosa e líquida e espectrofotômetros de ultravioleta e de infravermelho. Ainda dentro dos métodos físicos de análise, vale destacar a disponibilidade de um equipamento de RMN de 300 MHz, assim como um novo equipamento de 600 MHz (já adquirido e em fase de instalação). Todos estes equipamentos têm como foco principal o apoio aos vários projetos científicos em desenvolvimento no âmbito do programa.

Vários projetos de pesquisa de grande relevância nacional já foram desenvolvidos no curso de PG em química do IME. Dentre eles merece destaque o projeto "Sassafráz", coordenado pelo então Maj Carlos Antônio Lopes Pereira (criador da Subdivisão de PG do IME), com o objetivo de isolar o metabólito secundário da árvore do Sassafrás, conhecido como heliotropina. A partir desse metabólito foi sintetizada a L-dopa, um importante medicamento utilizado contra o mal de Parkinson. Após o projeto Sassafráz teve início o projeto "Síntese de Medicamentos", junto à Central de Medicamentos (CEME) do Governo Federal com o objetivo, dessa vez, de nacionalizar os processos industriais de produção de alguns medicamentos de forma a viabilizar a sua produção a partir de matérias primas nacionais. Como resultado deste projeto, a produção de medicamentos como a aspirina e a vitamina C pôde ser totalmente nacionalizada. Também é de grande relevância o projeto em andamento: "Biodiesel a Partir de Oleaginosas da Amazônia" que tem como principal objetivo viabilizar a produção de biodiesel a partir de sementes de plantas oleaginosas endêmicas da região amazônica proporcionando, dessa forma, uma fonte

alternativa de combustível para comunidades isoladas, fato que confere também um caráter social ao projeto além de seu inerente caráter estratégico.

PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Atualmente a principal perspectiva do curso de PG em química do IME é a ascensão para a nota 5 na avaliação tri anual da CAPES. Para isso é fundamental o aumento da produtividade docente em termos de artigos publicados, patentes registradas, livros e capítulos de livros escritos. A coordenação do curso incentiva forte e constantemente os corpos docente e discente para a consecução desse objetivo. Duas medidas importantes adotadas com esse fim foram a introdução da disciplina Metodologia Científica como obrigatória no primeiro período do curso, tanto para o mestrado como para o doutorado, e a exigência de que os alunos de doutorado matriculados na disciplina Pesquisa de Tese III apresentem um artigo científico concluído, ao final do período, como critério para a aprovação.

Com a perspectiva de atrair bons alunos os docentes do curso têm estabelecido colaborações com grupos de pesquisa em outras universidades como UFRJ, UFLA, UFMG e UFJF, através de projetos de pesquisa em conjunto que prevêem intercâmbio de alunos, como os quatro projetos aprovados pelo edital CAPES/PRODEFESA em andamento no programa. Essas interações tem sido uma boa forma de compensar o fato de poucos egressos da graduação em engenharia química do IME continuarem na instituição para fazer PG. Como mencionado, este fato ocorre em função das peculiaridades da carreira militar que não permite o ingresso imediato na PG para os alunos militares e também em função do enfoque da PG não ser em engenharia química o que desestimula os alunos civis. Como reportado, um dos objetivos do surgimento da linha de pesquisa em tecnologia química é contribuir para aproximar a graduação e a PG, aumentando, assim, as chances de captação desses egressos como alunos do curso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berendsen, H. J. C.; Van der Spoel, D.; Van Drunen, R.; GROMACS: A message-passing parallel molecular dynamics implementation, Comp. Physic. Comm. 91 ***1995*** *43; http://www.msg.chem.iastate.edu/index.html;*

Cadore, S., Andrade, J.B. A Contribuição da SBQ à Pós-graduação em Química, Química Nova, 30 ***2007*** *1435-1438.*

Frisch, M. .J.; Trucks, G. W.; Schlegel, H. B.; Scuseria, G. E.; Robb, M. A.; CHEESEMAN, J. R.; Zakrewski, V. G.; Montgomery, J. A.; Stratman, R.E.; Vurant, J.C.; Dapprich, S.; Millam, J. M.; Daniels, A. D.; Kudin, K. N.; Strain, M.C.; Farkas, O.; Tomasi, J.; Barone, V.; Cossi, M.; Cammi, R.; Mennuci, B.; Pomelli, C.; Adamo, C.; Clifford, S.; Ochterski, J.; Petersson, G. A.; Ayala, P. Y.; CUI, Q.; Moroduma, K.; Malick, D. K.; Rabuch, A. D.; Raghavachari, K.; Foresman, J. B.; Cioslowshi, J.; Ortiz, J. V.; Stefanov, B. B.; Liu, G.; Liashenko, A.; Piskorz, P.; Komaomi, I.; Gomperts, R.; Martin, R. L.; Foz, D. J.; Allaham, T. M.; Peng, C. Y.; Nanayakkara, A.; Gonzalez, C.; Challacombe, M.; Gill, P.M.W.; Jonson, B.; Chen, W.; Wong, M.W.; Andres, J. L.; Gonzalez, C.; Head-Gordon, M.; Reploge, E.S.; Pople, J.A.; Gaussian 98, revision A.6, Gaussian, Inc., Pittsburg, PA. ***1998****.*

G. M. Morris, D. S. Goodsell, R. S. Halliday, R. Huey; W. E. Hart, R. K. Belew, A. J. Olson, Automated Docking Using a Lamarckian Genetic Algorithm and Empirical Binding Free Energy Function, J. Computational Chemistry, 19 ***1998****, 1639.*

Gil, V. M. S.; Geraldes, C. F. G. C; Ressonância Magnética Nuclear – Fundamentos e Aplicações; 2ª Edição, Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa, ***2002****.*

http://www.molegro.com/products.php

http://www.cham.co.uk/

Lindahl, E. Hess, B. Van der Spoel, D.; GROMACS 3.0: A Package for molecular simulation and trajetory analysis, J. Mol. Mod. 7 ***2001*** *306-317.*

*Portaria n0 741 da Secretaria de Ciência e Tecnologia (SCT) do Exército Brasileiro, de 13/12/****2002****;*

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CARTOGRÁFICA

Ermírio de Siqueira Coutinho[a], Francisco Roberto da Roch[a] Gomes[a], Jorge Luís Nunes e Silva Brito[a], Leonardo Castro de Oliveira[a], Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva[a], Oscar Ricardo Vergara[a]*

[a]Seção de Engenharia Cartográfica (SE/6); Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
**ermirio@ime.eb.br*

ABSTRACT

The Graduate Program in Cartographic Engineering is part of the broad area of knowledge called Exact Sciences and Earth, in the area of Geosciences, subarea Geodesy, according to the criteria adopted by the institutions that work in science and technology, including those CAPES, CNPq and the Secretary of Higher Education from the Ministry of Education -Sesu/MEC. The course aims to train high level professionals, civil or military, in knowledge of Cartography, Geodesy, Photogrammetry and Remote Sensing, seeking mastery of knowledge and technologies, as well as the development research. Currently, the program works with an area of concentration - Geographic Information Technology - and two lines of research - Digital Imaging and Modeling and Representation Earth. In the course of 27 years have been defended 116 dissertations.

RESUMO

O Programa de Pós-graduação em Engenharia Cartográfica se insere na grande área de conhecimento denominada Ciências Exatas e da Terra, na área de Geociências, subárea Geodésia, conforme os critérios adotados pelas institui- ções que atuam em Ciência e Tecnologia, incluindo nestas a CAPES, o CNPq e a Secretaria da Educação Superior do Ministério da Educação -Sesu/MEC. O curso tem por objetivos capacitar profissionais de nível superior, civis ou militares, nas áreas do conhecimento da Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, visando o domínio do conhecimento e de tecnologias, bem como o de- senvolvimento de pesquisas. Atualmente, o programa funciona com uma área de concentração - Tecnologia da Informação Geográfica - e duas linhas de pesquisa - Imageamento Digital e Modelagem e Representação Terrestres. Em 27 anos de curso foram defendidas 116 dissertações.

Keywords: Graduate Program in Cartographic Engineering, IME, Brazil.

INTRODUÇÃO

O Programa de Pós-graduação em Engenharia Cartográfica tem por objeti-

vos capacitar profissionais de nível superior, civis ou militares, nas áreas do conhecimento da Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, visando o domínio do conhecimento e de tecnologias, bem como o desenvolvimento de pesquisas, tanto básica quanto aplicada, nestas áreas. Os profissionais capacitados podem exercer suas atividades profissionais em instituições públicas e privadas. Sejam de ensino, de pesquisa ou de produção, de natureza civil e/ou militar.

O público alvo de interesse do Programa é tão multidisciplinar quanto as áreas de conhecimento diretamente envolvidas. O dado geográfico e as ciências, tecnologias e os produtos a ele correlacionados direta ou indiretamente, permeiam as mais inúmeras necessidades da sociedade e atividades profissionais. Portanto, espera-se o interesse e a procura de profissionais das mais variadas áreas, sejam das exatas, humanas e sociais.

O Programa já teve a presença de formados das áreas de Biologia, Serviço Social, Geografia, diversas especialidades de Engenharia, como Cartógrafos, Agrimensores, Eletrônicos, de Computação, Analista de Sistemas, dentre outros. Um ponto a destacar é que existe um interesse de profissionais dos mais diversos estados do país. Em uma primeira impressão, administrar esta possível heterogeneidade poderia ser considerado um obstáculo. Entretanto, tal dificuldade não ocorre, visto que a situação é tratada como um desafio: procurar desenvolver as potencialidades dos alunos, principalmente suas competências e habilidades.

HISTÓRICO DO CURSO

A matrícula de um aluno, em 1983, no Curso de Mestrado em Informática, área de concentração em Pesquisa Operacional, pode ser considerada como o início de estudos de Pós-graduação em Ciências Cartográficas, no IME. Nesta ocasião foi desenvolvida a primeira dissertação de mestrado, no Instituto, sobre assunto correspondente à área de Cartografia, com o título “Otimização de Observações em Redes Geodésicas Horizontais”. O esforço teve continuidade no ano seguinte com a matrícula de dois novos alunos no mesmo curso. No ano de 1985 houve um delineamento mais explícito com a criação da Linha de Pesquisa em Cartografia Automatizada, vinculada ao Curso de Pós-graduação em Informática. Dois anos depois, em janeiro de 1987, com a criação da Seção de Ensino de Engenharia de Sistemas e do Curso de Pós-graduação em Sistemas e Computação, a Cartografia passou a ser, juntamente com Informática, Pesquisa Operacional e Transportes, uma das quatro áreas de concentração daquele curso.

Além da inclusão de disciplinas específicas, coordenadas e ministradas por profissionais da área de Engenharia Cartográfica, o Programa de Mestrado em Cartografia sofreu mudanças significativas apenas em 1994 quando, apesar de se manter vinculado ao Curso de Sistemas e Computação, todas as funções acadêmicas e administrativas passaram à responsabilidade da Seção de Ensino de Engenharia Cartográfica. Para bem desempenhar este papel, ainda em 1994, foram destacados três professores de tempo integral, dedicação exclusiva, para iniciarem seus cursos de Doutoramento. Um desses professores concluiu seu programa de Doutoramento na The Ohio State University, nos EUA, em 1997; os outros dois

professores concluíram seus cursos na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em 1998 e 1999. Em 2002, mais um professor doutor foi vinculado ao programa, por meio de concurso público. Visando aumentar o número de professores doutores, no decorrer da última década houve esforços para oficiais realizarem cursos de doutoramento. Atualmente, dois professores da seção de Ensino em Engenharia Cartográfica encontram-se nessa situação.

Em maio de 1996 são dados os primeiros passos rumo à emancipação do Programa, que passou a ser denominado de Mestrado em Engenharia Cartográfica, e cujo objetivo principal foi atender as necessidades da Diretoria de Serviço Geográfico. O então Comandante do IME autorizou o funcionamento em separado do curso, cabendo todos os encargos à Seção de Ensino de Engenharia Cartográfica. Finalmente, atendendo solicitação da então Secretaria de Ciência e Tecnologia, atual Departamento de Ciência e Tecnologia, o Chefe do Estado Maior do Exército oficializou o funcionamento do Programa pela Portaria nº 055, de 1º de junho de 1998.

O Programa, embora considerado meritório pela CAPES, não está, ainda, credenciado por este órgão como conseqüência do insuficiente número de professores doutores. Como já ressaltado anteriormente, para minimizar esta limitação dois professores estão cursando doutoramento. Atente-se para o fato de que os professores realizam seu doutoramento simultaneamente com as atividades acadêmicas e de ensino, de maneira a não comprometer a qualidade da formação no curso de Graduação e nem no próprio programa de Pós-graduação.

Outro fato importante de evidenciar é que, embora não credenciado, o di- ploma oferecido pelo programa tem validade nacional, sendo reconhecido por to- das as instituições públicas e privadas. O processo de reconhecimento é realizado no próprio IME, através da Subdivisão de Pós-graduação (SD/1) do Instituto, em procedimento análogo ao de outras instituições de ensino e com o devido amparo legal.

Nos 27 anos de funcionamento do Programa de Pós-graduação foram produzidas 116 dissertações e os profissionais titulados Mestres, hoje se encontram em diversas instituições de renomada relevância no contexto nacional, tais como a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (Mendonça Junior, 2002), o Centro de Imagens e Informações Geográficas do Exército, a Petrobrás, a Universidade Federal do Rio de Janeiro, a Universidade Federal de Pernambuco, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, o Centro de Hidrografia da Marinha, a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Lima, 2001), empresas privadas (Coelho, 2002), dentre outras instituições.

EVOLUÇÃO DO CURSO

Atualmente, o programa funciona com uma área de concentração - Tecnologia da Informação Geográfica - e duas linhas de pesquisa - Imageamento Digital e Modelagem e Representação Terrestres. A Linha de Pesquisa em Imageamento Digital, além dos objetivos do Programa, tem por objetivos específicos a análise, a aplicação e o desenvolvimento de tecnologias para aquisição e processamento de dados provenientes de sensores orbitais, aéreos ou terrestres, sendo que os enfo-

ques são a fotogrametria orbital, aérea e terrestre; a interpretação e a classificação de imagens (Coelho Filho, 2007); a geração e o emprego de modelos digitais do terreno; a correção de distorções radiométricas e geométricas em imagens digitais; e a geração de ortoimagens digitais e produtos similares.

Já a Linha de Pesquisa em Modelagem e Representação Terrestres, além dos objetivos do Programa, tem por objetivos específicos a análise, a aplicação e o desenvolvimento de tecnologias para a aquisição, a modelagem, o processamento e a representação de dados geodésicos e cartográficos, sendo que os enfoques são os referenciais e as redes geodésicas; os sistemas de navegação; o posicionamento geodésico por satélite; a atualização e generalização cartográficas; e a representação e visualização de informações georreferenciadas (Melo, 2007).

O Programa de Mestrado em Engenharia Cartográfica não está restrito a formar o aluno para ter uma visão compartimentada e específica do conhecimento. Consequentemente, procura agregar competências e habilidades às já existentes dos alunos. Neste sentido, em função da especificidade do Programa e da própria instituição IME, de modo geral, as competências e habilidades incorporadas ou mais consolidadas estão voltadas às áreas do conhecimento envolvidas na Pós-graduação do aluno – definidas principalmente pela Linha de Pesquisa onde o mesmo atua e pelo desenvolvimento da sua Dissertação.

Assim, são ressaltados os aspectos de natureza científica, tecnológica e instrumental, esperando-se competência, de parte do aluno, no que diz respeito à liderança; à gestão; à capacidade de análise; ao domínio das normas, protocolos, padrões, processos e requisitos inerentes às atividades científicas; interação com a sociedade e identificação dos conhecimentos básicos necessários à formulação e solução de desafios científicos e tecnológicos.

Para tanto, um conjunto maior de habilidades tem de ser desenvolvido, a saber: visão espacial; iniciativa e curiosidade científica; capacidade de trabalho em grupo; organização do pensamento; integração de conhecimentos afins para a solução de desafios; motivação na procura de alternativas tecnológicas e aplicação de conhecimentos; capacidade de selecionar o que é de interesse ao objetivo determinado; capacidade de planejar, de projetar e de conduzir experimentos teóricos e práticos; interpretação de fatos e fenômenos; raciocínio abstrato e lógico.

A contribuição do Programa à sociedade reside em capacitar profissionais nas áreas da Cartografia, da Geodésia, da Fotogrametria e do Sensoriamento Remoto, bem como em tecnologias inerentes a Sistemas de Informações Geográficas, Modelagem Digital de Terrenos, Sistemas de Posicionamento, dentre outras, buscando tanto a absorção quanto o desenvolvimento de conhecimentos de interesse e aplicação pelo País.

Os laboratórios da Seção de Ensino de Engenharia Cartográfica são utilizados tanto pelos professores do programa quanto pelos alunos dos cursos de Graduação e de Pós-graduação, como forma de facilitar a integração destes dois níveis de ensino, bem como o desenvolvimento de pesquisas. No total, dispõe-se de quatro laboratórios, gerenciados por professores do Quadro Permanente do programa. Os laboratórios são descritos a seguir:

- **Laboratório de Cartografia:** destina-se ao desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e pesquisas sobre representações terrestres com ênfase em aplicações

de navegação, atualização, generalização e percepção cartográfica, mapeamento temático em geral, além das tarefas de conversão analógico-digital de dados cartográficos e saída gráfica dos mesmos e, ainda, ao desenvolvimento de aplicações cartográficas que demandem tarefas de animação e computação gráfica em geral (Barbosa, 2009);

- **Laboratório de Fotogrametria e Processamento de Imagens:** destina-se às pesquisas relacionadas à aquisição, tratamento e extração de informações métricas (fotogrametria) e não-métricas ou qualitativas (interpretação e classificação) de imagens digitais e analógicas, obtidas a partir de plataformas aéreas, orbitais ou terrestres (Silveira, 2008);
- **Laboratório de Posicionamento:** destina-se às pesquisas conduzidas sobre o desenvolvimento e a implantação de Sistemas e Redes Geodésicas e GPS, envolvendo os levantamentos de campo, processamento e ajustamento das observações (Azevedo, 2006);
- **Laboratório de Sistemas de Informações Geográficas:** destina-se às pesquisas conduzidas sobre desenvolvimento, implementação e aplicação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Bancos de Dados Geográficos (BDG) (Vergara, 2002).

Outros recursos acadêmicos, além dos mencionados, destinam-se às atividades não específicas de ensino ou pesquisa como edição de textos, planilhas, preparo de seminários e trabalhos acadêmicos. Os corpos docente e discente dispõem de acesso livre às salas de aula, ao auditório da Seção de Ensino, à Internet, à rede interna do IME (que disponibiliza diversos aplicativos para as tarefas acadêmicas) e à Biblioteca do Instituto. Outras instalações, a exemplo dos auditórios existentes no IME, também podem ser utilizadas, desde que as correspondentes atividades sejam programadas com adequada antecedência.

PROJETOS DE PESQUISA, DISSERTAÇÕES E PUBLICAÇÕES RELEVANTES

Nesta seção são relacionados os projetos desenvolvidos nas duas linhas de pesquisa do programa durante a última década.

Projetos

Os projetos comentados a seguir foram selecionados tanto por terem se utilizado de inovações tecnológicas nas respectivas épocas, quanto pelas possibilidades de aplicação por parte do Exército Brasileiro em particular e da sociedade como um todo. No geral, representam potenciais contribuições na solução de problemas que afetam o País.

Linha de pesquisa em imageamento digital

- *Atualização de Cartas Topográficas Utilizando Imagens Orbitais, Fotografias Aéreas e Sistemas de Informação Geográfica* **de 2ª Geração**. Coordenador: Prof. Oscar Ricardo Vergara. 2001-2002. O projeto consistiu no desenvolvimento e teste de uma metodologia de atualização e geração de cartas topográficas, utilizando um Sistema de Informação Geográfica para integrar informação obtida através de imagens de sensoriamento orbital e de técnicas fotogramétricas tradicionais.

Através deste projeto foi estabelecida uma nova metodologia alternativa para a atualização de cartas topográficas do País (Vergara, 2001). Apoio financeiro: FAPERJ. Há também um trabalho de mestrado envolvido.

- *E-FOTO:* uma Estação Fotogramétrica Digital Educacional. Coordenador: Prof. Jorge Luís Nunes e Silva Brito. 2002 - em andamento. O projeto visa ao desenvolvimento, em linguagem de programação de alto nível, de rotinas de fotogrametria digital, a fim de se desenvolver uma estação fotogramétrica digital com finalidade educacional. O conceito de estação fotogramétrica digital educacional envolve dois pilares básicos: a gratuidade dos programas componentes e o princípio de auto-aprendizagem, permitindo a utilização da mesma sem nenhum ônus para qualquer pessoa. Os benefícios imediatos do projeto consistem na possibilidade de utilização de uma estação fotogramétrica digital pelos estudantes universitá rios, que raramente têm acesso a equipamentos fotogramétricos de última geração. A criação de um conjunto brasileiro de rotinas fotogramétricas, livre, universitário e autoexplicativo pode ser considerado de grande importância para o avanço do conhecimento no campo da fotogrametria digital (Brito, 2008). Apoio financeiro: CNPq e UERJ;
- *Atualização de Cartas Topográficas da Região Amazônica Utilizando Imagens Orbitais.* Coordenador: Prof. Oscar Ricardo Vergara; pesquisador especialista em sensoriamento remoto: Prof. Clóvis Gaboardi. 2002-2004. Objetivo: Avaliação da exatidão geométrica e do conteúdo de informação temática de imagens orbitais oriundas de sensores de média e alta resolução espacial, com vistas à geração e atualização de bases cartográficas da Região Amazônica, em diferentes escalas. No decorrer deste projeto foram testadas imagens oriundas de sensores orbitais passivos que, por suas características espaciais e espectrais, poderiam contribuir a atender as necessidades cartográficas da Região Amazônica (Costa, 2009). Apoio financeiro: CNPq. Há também um trabalho de mestrado envolvido.
- *Alternativas para Mapeamento do Território Amazônico com o Emprego de Imagens de Radar.* Coordenador: Prof. Clóvis Gaboardi; pesquisador especialista em sensoriamento remoto: Prof. Oscar Ricardo Vergara. 2002-2004. Objetivo: testar o potencial cartográfico das imagens de Radar de Abertura Sintética (SAR), particularmente quanto à geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) e criar metodologias para o mapeamento da Amazônia utilizando essas imagens, especialmente adequadas no imageamento de regiões com alta frequencia de cobertura de nuvens (Espíndola, 2004). Apoio financeiro: CNPq.
- *Avaliação de imagens de novos sensores orbitais para aplicações nas áreas de cartografia, meio ambientes e saúde*. Coordenador: Prof. Oscar Ricardo Vergara. 2005-em andamento. Objetivo: avaliar o potencial de imagens de novos sensores orbitais para fins cartográficos, de monitoramento ambiental e de apoio à saúde pública. É enfatizado o estudo de imagens de sensores de altíssima resolução espacial, como as do sensor Ikonos II, do ponto de vista do conteúdo de informação temática e da qualidade geométrica, para dar apoio à atualização de cadastros urbanos. Essas imagens também são utilizadas no desenvolvimento de metodologias para identificar áreas propícias à transmissão de doenças como Leptospirose e Leishmaniose tegumentar. Também é priorizado o estudo de produtos oriundos de tecnologia nacional, como as imagens dos sensores WFI e CCD dos

satélites sino-brasileiros da série CBERS. Cenas da câmera CCD-CBERS 1 e 2 são utilizadas para avaliar a sua potencial utilidade tanto na atualização quanto na geração de cartas topográficas; paralelamente, está sendo testada a capacidade de imagens do sensor WFI-CBERS 2 para classificar biomas brasileiros. Pares estereoscópicos CCD-CBERS 2, Ikonos II, CartoSat e Formosat têm sido utilizados para testar um novo algoritmo, desenvolvido no contexto do projeto, para detecção semiautomática de feições pontuais em estereopares orbitais. Outro algoritmo, destinado a segmentação de imagens de sensoriamento remoto orbital, foi desenvolvido neste projeto e testado em imagens CCD-CBERS 2, Ikonos II e Radarsat 1. Uma cena HRG-SPOT 5 também está sendo utilizada para monitorar as pressões sobre uma área de preservação ambiental (Costa, 2007). Também estão envolvidos oito trabalhos de mestrado.

- *Monitoramento Multiescalar, Multitemporal e Multidimensional de Assentamentos Urbanos e Florestas Brasileiras Através de Dados de Sensores Remotos*. Coordenador: Prof. Raul Queiroz Feitosa (PUC-Rio); pesquisador especialista em fotogrametria digital: Prof. Jorge Luís Nunes e Silva Brito (SE/6-IME). 2007 - em andamento. O projeto envolve a PUC-Rio, a Universidade de Hannover e a UERJ e visa ao desenvolvimento de métodos para o monitoramento automático de alterações da paisagem baseados em imagens multitemporais e multiescala de sensores remotos (Brito, 2008). Apoio financeiro: CNPq e Deutsches Zentrum für Luft- und Raumnfahrt – DLR.
- *Sistema de Georreferenciamento Direto 3D a partir de Câmara Digital de Pequeno Formato Embarcada em Plataforma Aérea Não-Tripulada*. Coordenador: Prof. Luiz Paulo Mendonça Brandão; pesquisador especialista em fotogrametria digital: Prof. Jorge Luís Nunes e Silva Brito (SE/6-IME). 2007 - em andamento. Objetivo: desenvolver um sistema de coleta, processamento, análise e extração de informações geográficas e cartográficas, a partir de aerolevantamento por plataforma aérea não-tripulada, visando ao Mapeamento 3D de regiões geográficas de interesse específico do Poder Público, tais como corredores e eixos de rodovias e ferrovias. Esta tecnologia é também denominada de "georreferenciamento direto", tendo sua importância caracterizada por atender aos seguintes requisitos: 1) baixo custo por Km, se comparada aos aerolevantamentos convencionais; 2) rapidez de processamento 3D dos dados; 3) rapidez de obtenção dos produtos fotogramétricos (Modelos Numéricos do Terreno, Ortoimagens, Ortomosaicos e outros) e; 3) capacidade de medição rápida e confiável de perímetros, áreas e volumes sem o emprego de equipes de campo.

Linha de pesquisa em modelagem e representação terrestres

- *Emprego do GPS no Auxílio à Coleta de Atributos para SIG*. Coordenador: Prof. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva. 1998 – 2000. Objetivos: definir uma metodologia para execução de trabalhos de reambulação, com auxílio do sistema de posicionamento GPS, que proporcione uma produtividade ótima; comparar receptores GPS, disponíveis no mercado, equipados com coletores de dados, quanto à efetiva viabilidade para aquisição de dados alfa-numéricos associados a feições naturais e artificiais; estabelecer uma metodologia para definir os requisitos de precisão em aplicações de cartas eletrônicas de navegação terrestre; desenvol-

ver uma aplicação SIG típica, destinada ao apoio da Defesa Civil (Evânia, 2006). Auxílio financeiro: Financiadora de Estudos e Projetos. Há também um trabalho de mestrado envolvido.

- *PMRG - Projeto Mudança do Referencial Geodésico*. Coordenador do projeto: IBGE; Coordenador do Grupo de Trabalho 3 (Conversão de Referenciais): Prof. Leonardo Castro de Oliveira. 2000 - em andamento. Objetivo: o Projeto Mudança de Referencial Geodésico objetiva promover a adoção no País de um novo sistema geodésico de referência, unificado, moderno e de concepção geocêntrica, de modo a compatibilizá-lo às mais modernas tecnologias de posicionamento (Morett Neto, 2008). Maiores informações podem ser obtidas em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/default_pmrg.shtm?c=1. Apoio financeiro: IBGE.
- *Visualização Tridimensional de Teatros de Guerra*. Coordenador: Prof. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva. 2003 – 2007. Descrição: desenvolvimento de Sistema de Visualização Tridimensional (2,5 D) de cenários terrestres com incorporação de capacidade cartométrica e navegação. Três trabalhos também estão mestrado envolvidos (Ferreira Melo, 2008).
- *Cartografia Tátil*. Coordenador: Prof. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva. 2003 – em andamento. Descrição: desenvolvimento de metodologia para construção de um Atlas Tátil, em face de lei municipal de inclusão social. Projeto em parceria com o Instituto Benjamim Constant. Há também um trabalho de mestrado envolvido (Adelinoi, 2006).
- *PIGN - Projeto da Infraestrutura Geoespacial Nacional (National Geospatial Framework Project).* Coordenador do projeto: University of New Brunswick – UNB (Canadá) e IBGE; Coordenador do Grupo de Trabalho 3 (Conversão de Referenciais): Prof. Leonardo Castro de Oliveira. 2004 – em andamento. Descrição: este projeto se sobrepõe ao Projeto Mudança do Referencial Geodésico no Brasil (PMRG) fornecendo a este uma nova dinâmica. O PIGN tem como objetivo colaborar e ajudar nos esforços brasileiros na adoção de um sistema de coordenadas geocêntricas (SIRGAS2000) compatível com tecnologias modernas de satélites. As atividades do projeto incluem questões técnicas, uma compreensão dos impactos causados pela adoção deste novo sistema de coordenadas e o estabelecimento de uma melhor comunicação com a comunidade de usuários. Os produtos estarão disponíveis aos usuários no fim do projeto. As atividades técnicas envolvem a integração da rede clássica com o SIRGAS2000, a modelagem das distorções das redes clássicas com respeito ao SIRGAS2000 e a criação de modelos de transformação do referencial que levam em consideração estas distorções. Os impactos causados pela adoção de um novo sistema geoespacial nacional são muito variados, uma vez que incluem questões técnicas que afetam agências de governo e companhias privadas, impactos sociais que lidam com direitos individuais tais como os de ocupação e uso da terra, melhoria da gerência ambiental e desenvolvimento dos recursos naturais, equidade de gênero e direitos das populações indígenas, igual acesso à informação para todos os cidadãos, melhores serviços, e melhor governabilidade. As estratégias são desenvolvidas e aplicadas para avaliar e monitorar alguns destes impactos (Oliveira, 2009). Maiores informações podem ser obtidas em http://www.pign.org/. Órgãos financiadores: Canadian International Development Agency-CIDA, Fundação Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística-IBGE. Cinco dissertações de mestrado estão envolvidas.

- *Percepção Cartográfica para Visualização em Ambientes Digitais*. Coordenador: Prof. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva. 2007 – em andamento. Objetivos: aplicar conceitos de percepção de formas e de psicologia Gestalt na otimização de símbolos para ambientes de Visualização Cartográfica; propor metodologia para construção/adaptação de símbolos cartográficos em cenários digitais de visualização tridimensional; desenvolver metodologias alternativas para representação e percepção de fenômenos geográficos com base em modelagem fuzzy; desenvolver protótipo para experimentação de visualização cartográfica em plataforma de software livre (Mello, 2006). Auxílio financeiro: CNPq. Dois trabalhos de mestrado estão envolvidos.
- *Visualização Cartográfica em Ambientes Hostis*. Coordenador: Prof. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva. 2008 – em andamento. Objetivo: levantar dados e informações para propor otimização e alternativas de representações cartográficas que envolvam dispositivos de exibição gráfica reduzidos, interfaces multimídia interativas e situações de estresse; construir representações cartográfi- cas eficientes e eficazes para exibição em monitores de dimensões reduzidas (máximo 7”) que operem com informações e atualização em tempo real (Silva, 2007). Auxílio financeiro: departamento de Ciência e Tecnologia do Exército -DCT. Há um trabalho de mestrado envolvido.
- *Tecnologias de Posicionamento Independente*. Coordenador: Prof. Ermírio de Siqueira Coutinho. 2008 – em andamento. Objetivo: permitir o posicionamento e a navegação no terreno e em regiões confinadas pelo emprego de tecnologias independentes de sistemas de navegação por satélite. Apoio financeiro: Grupo Finalístico de Pesquisa Básica do Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército - GPB/ PBCT/DCT;
- *Projeto SIG (Protótipo SIG Desktop)*. Coordenador na Guarnição do Rio de Janeiro (IME e Tecgraf/PUC-Rio): Prof. Ermírio de Siqueira Coutinho. 2004 – em andamento. Objetivo: implementar um Sistema de Informações Geográficas, para ambientes desktop (SIG Desktop) que utilize tecnologia nacional baseada em software livre. O projeto consiste na concepção, projeto e implementação em C++ de uma plataforma para SIG em software livre, baseada em Banco de Dados Geográficos, aderindo ao Padrão OpenGIS, visando: 1) produção cartográfica; 2) estudo do terreno aplicado a operações militares; 3) oferecer suporte à manipulação de dados geográficos para Sistemas de Comando e Controle (Programa C2 em Combate); 4) plataforma para o desenvolvimento de pesquisas em SIG. Apoio financeiro: Ministério da Defesa - MD e Grupo Finalístico de Comando e Controle do Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército--GC2/ PBCT/DCT;
- *Cartografia Colaborativa Aplicada a Operações Militares*. Coordenador: Prof. Ermírio de Siqueira Coutinho. 2008 – em andamento. Objetivo: avaliar a viabilidade de se prover o Exército com um repositório de dados geográficos empregando o conceito de Cartografia Colaborativa, também conhecida como Neogeografia. Pretende-se atingir esse objetivo criando-se um protótipo de portal de cartografia colaborativa, de natureza dual (militar e civil) e pesquisando-se indicadores e técnicas cartográficas para a garantia da qualidade dos dados obtidos e armazenados.

PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

O curso tem realizado gestão junto aos escalões superiores no sentido de obter o provimento de novas vagas de professores, através de concursos públicos, com a finalidade de aumentar a quantidade de professores doutores vinculados ao programa de mestrado.

Nos últimos anos, tem se trabalhado na modernização da apresentação do curso perante os alunos do Ciclo Básico do IME, com a finalidade de estimular o interesse dos mesmos em ingressar nos cursos de graduação e de Pós-graduação em Cartografia. Concomitantemente, através de publicações, palestras e contatos pessoais tem se intensificado a divulgação do curso perante alunos de outras instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adelino, D. S.; Variáveis Táteis para Representação Cartográfica; Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Brasil, ***2006****.*

Azevedo, J.B., Freitas, A.L.B., Augusto, M.J.C., Oliveira, L.C., Santos, M. C. Assessing Impacts of Adopting a New Geocentric Coordinate System in Brazil; 9th International Conference of the Global Spatial Data Infrastructure (GSDI-9); Santiago, Chile, ***2006****.*

Barbosa, I.; Mello, F.L.; Ferreira da Silva, L.F.C. Registro de Feições sobre a Superfície de uma Rede Triangular Irregular; Revista Brasileira de Cartografia, ***2009****, 1.*

Brito, J.L.N.S.; Silveira, M.T.; Jacobsen, K.; Amorim, S.S.; Mota, G.L.A.; Feitosa, R.Q.; Heipke, C.C.; Monitoring of Height Changes in Urban Areas form Multi-Temporal, Multi-Scale and Multi-Platform Remotely Sensed Data; XXI Congress of The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Beijing, China, ***2008****.*

Coelho, A. L.; Geração de Modelos Digitais de Elevação a partir de pares Estereoscópicos RADARSAT; Dissertação de Mestrado, Insituto Militar de Engenharia, Brasil, ***2001****.*

Coelho Filho, L.C.T.: Brito, J.L.N.S.; Fotogrametria Digital. EdUERJ- Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, ***2007****.*

Costa, F.A.L.; Mello, F.L.; Vergara, O.R.; Uma Modelagem para o Algoritmo Baseado em Áreas Aplicado aos Pares Estereoscópicos do Sensor CCD-CBERS 2; XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (XIII SBSR), Florianópolis, Brasil, ***2007****.*

Costa, F.A.L.;Vergara,O.R.; Geometria de Aquisição de Estereopares em Câmeras de Imageamento Linear de Sensores Orbitais Passivos; XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos, Brasil, ***2009****.*

Espíndola, G.M.; Gaboardi, C.; Vergara, O.R.; Avaliação das características temáticas e geométricas das imagens CCD do CBERS-1 para fins cartográficos. Revista Militar de Ciência e Tecnologia. ***2004****, XI, 39.*

Ferreira Melo, D. W.; Emprego de Algoritmos Genéticos na Generalização de Modelos Digitais de Superfície; ; Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Brasil, ***2008****.*

Lima, E. P.; Metodologia Alternativa para Distribuição de Royalties de Petróleo na Plataforma Continental; Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Brasil, ***2001****.*

Mello, F.L.; Ferreira da Silva, L.F.C. Análise de Desempenho de uma Metodologia de Tratamento de Dados Altimétricos aplicada à Visualização Tridimensional de Terrenos; Revista Brasileira de Cartografia, ***2006****, 58, 185.*

Mello, F.L.; Ferreira da Silva, L.F.C.; Cartographical Data Treatment analysis for Real Time Three Dimensional Terrain Visualization; Davis Jr, Clodoveu A.D.; Monteiro, Antonio M.V.M., eds. Advances in Geoinformatics: Berlin, ***2007****, cap 2.*

Mendonça Júnior, M. G.; Estratégias para Extração Semiautomática de Modelos Digitais de Elevação; Dissertação de Mestrado, Insituto Militar de Engenharia, Brasil, ***2002****.*

Morett Netto, O. C.; Geração de Estações Virtuais de Referência; ; Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Brasil, ***2008****.*

Oliveira, L.C., Santos, M.C., Nievinski, F.G., Leandro, R.F., Costa, S.M. A., Santos, M., Magna Junior, J.P., Galo, M., Camargo, P.O., Monico, J.F. G., Silva, C.A.U., Maia, T.C.B.; Searching for the Optimal Relationships Between SIRGAS2000, South American Datum of 1969 and Córrego Alegre in Brazil; Observing our Changing Earth - International Association of Geodesy Symposia 133 ed. Spring-Verlag: Berlin, ***2009****.*

Silva, E. A.; Elaboração de Símbolos Militares para Ambiente de Visualização Tridimensional; ; Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Brasil, ***2006****.*

Silva, E.A.; Mello, F.L. ; Ferreira da Silva, L.F.C. Elaboração de Símbolos Militares para Ambiente de Visualização Tridimensional; Revista Brasileira de Cartografia; ***2007****, 59, 267.*

Silveira, M.T.; Brito, J.L.N.S.; Feitosa, R.Q.; Jacobsen, K.; Heckel, Y.; A Hybrid Method For Stereo Image Matching; XXI Congress of The International Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Beijing, China, ***2008***

Vergara, O.R.; Cintra, J.P.; Alge, J.C.L.D.; Avaliação da Exatidão Cartográfica de Documentos Atualizados com Imagens Orbitais e Sistemas de Informação Geográfica; XX Congresso Brasileiro de Cartografia, Porto Alegre, Brasil, ***2001****.*

Vergara, O.R.; Cintra, J.P. ; Alge, J.C.L.D.; Atualização Cartográfica Integrando Técnicas de Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagens e Sistemas de Informação Geográfica; X Simposio Latinoamericano de Percepción Remota, Cochabamba, Bolívia, ***2002****.*

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NUCLEAR

*Jacy Montenegro Magalhães Neto[a], Nadya Maria Prado Damasceno Ferreira[*a], Rex Nazaré Alves[a], Rudnei Karam Morales[a]*

[a]Seção de Engenharia Nuclear (SE/7); Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
**nadya@ime.eb.br*

ABSTRACT

The program in Nuclear Engineering of Instituto Militar de Engenharia was the first undergraduate degree in nuclear engineering of Brazil, with the name of Specialization Course in Nuclear Engineering. The Program is “strictu sensu” course of Engineering with the main purpose to form human resources to take care of to the necessities of the Brazilian Army and the country as a whole, through the basic research in this area of the knowledge. It has for mission to provide master with a strong academic formation background, through a treatment to multidiscipline, that enables them to absorb and to develop new technologies in this area of the knowledge.

RESUMO

O programa de Pós-graduação em Engenharia Nuclear do Instituto Militar de Engenharia foi a primeira Pós-graduação em Engenharia Nuclear do Brasil, com o nome de Curso de Especialização em Engenharia Nuclear. É um curso de pós-gra--duação “strictu sensu” pertencente à área de conhecimento das Engenharias, com a finalidade principal de formar recursos humanos para atender às necessidades do Exército Brasileiro e do país como um todo, através da pesquisa básica nesta área do conhecimento. Tem por missão a formação de mestres em ciências em Engenharia Nuclear com sólida formação acadêmica na área, através de um tratamento multidisciplinar, que os permita absorver e desenvolver novas tecnologias nessa área do conhecimento.

Keywords: Nuclear; Engineering; Undergraduate

HISTÓRICO DO CURSO

No ano de 1958, a partir de uma necessidade nacional de se ingressar na área do conhecimento da energia nuclear, traduzida pela criação da CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear em 1956, e para atendimento à demanda por profissionais especializados que se anunciava no mercado de trabalho na área nuclear no país, em progressiva expansão criou-se, na então Escola Técnica do Exército (ETE), antecessora do IME, a primeira Pós-graduação em Engenharia Nu-

clear do Brasil, com o nome de curso de Especialização em Engenharia Nuclear (Castelliano, 2010). Os assim chamados “Campos de Estudo” oferecidos eram Física dos Reatores, Química Nuclear e Controle dos Reatores. O curso foi oferecido em período integral com duração de um ano e, ao final do mesmo, o aluno defendia uma monografia para obtenção do título. Pretendia-se com o curso formar engenheiros competentes, capacitados a absorver e desenvolver novas tecnologias, de maneira a, não somente, suprir as necessidades específicas do momento deste nicho de mercado de trabalho, como também se buscava dar atendimento às futuras demandas desses profissionais. Paralelamente, entre 1956 e 1959, iniciou-se o envio de professores e pesquisadores civis e militares brasileiros aos EUA para especialização em Engenharia Nuclear. No ano de 1959 deu-se a fusão da ETE com o Instituto Militar de Tecnologia (IMT), dando origem ao Instituto Militar de Engenharia. Também, neste ano, houve a instalação do primeiro acelerador de partículas CockCroft Walton do hemisfério sul, no IME. A sequência dos trabalhos desenvolvidos no laboratório construído em torno do acelerador resultou, em 1966, no início do desenvolvimento da planta-piloto em escala laboratorial para produção de água pesada, o que serviu de base para a formação de novos especialistas. Ainda em 1968, foi iniciada a construção do acelerador linear de partículas de 8 MeV, em colaboração com o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), assim como o IME também localizado no bairro da Urca.

Após alguns anos de funcionamento do curso de Especialização foram detectadas algumas necessidades de mudança na estrutura inicial do curso, o qual aliado à busca contínua pela atualização curricular, a preocupação em atender, não só as novas diretrizes curriculares, como também as demandas de mercado, levaram , em 1969, a transformar o antigo curso de Especialização no curso de Mestrado em Engenharia Nuclear.

Em 1970 foi instalado no IME um gerador de nêutrons de 13 MeV, para pesquisa em Física de Nêutrons. A cooperação celebrada entre a CNEN e o IME deu origem ao Mestrado Especial no Brasil e PhD no Exterior, para formação de novos especialistas. O Brasil então, já detentor de massa crítica de conhecimento, assistiu, em 1972, ao início da construção da Usina Nuclear de Angra-I. O curso de mestrado do IME, acompanhando as necessidades da área, abriu, também em 1972, os seguintes “Tópicos de Desenvolvimento”: Cálculo e construção de reator sub-crítico com urânio natural (CNEN); Difusão de produtos de fissão em sólidos; Cinética de combustíveis nucleares; e Água pesada. No ano de 1973 foi acrescentado o tópico Aplicação Industrial de Radioisótopos e Preservação de Alimentos por Irradiação.

Em 1974 são definidas, pela primeira vez, as “Áreas de Pesquisa”: Dinâmica do Reator dependente de espaço e energia; Propagação de pulsos de nêutrons na Equação de Transporte; Assimetria no processo de fissão; Difusão e segregação de produtos de fissão nos sólidos; Fuga cinética dos produtos de fissão do revestimento do elemento combustível; Liberação de gases raros de sólidos; Reator subcrítico; Determinação de poluentes do ar e da água aplicando técnicas nucleares. Cada uma delas associada a um projeto do Exército na área nuclear.

É assim que, em 1975, o IME conclui a planta-piloto para produção de água pesada, ao mesmo tempo em que o Governo Federal sanciona o Decreto de cria-

ção do PRONUCLEAR (Schmiedecke, 2008), incluindo o IME como uma das instituições selecionadas para formação de RH no setor nuclear por 10 anos. Em 1976, o IME termina a construção do acelerador linear de partículas de 8 MeV.

A evolução dos cursos de PG no Brasil leva o IME, em 1976, a separar Áreas de concentração de Áreas de pesquisa: Física de Reatores, Engenharia de Reatores, Materiais Nucleares, Física das Radiações; o que evoluiu, já em 1981, para uma área de concentração única: Física e Engenharia de Instalações Nucleares, com as Linhas de Pesquisa: Engenharia de Reatores, Segurança de Instalações Nucleares e Proteção Radiológica e Ambiental. No ano de 1982, em que foi desmontado o acelerador de nêutrons de 13 MeV, deu-se, também, a primeira reação em cadeia de Angra-I. Além da implantação, no IME, de uma planta-piloto em escala laboratorial para produção de dióxido de urânio.

A Pós-graduação em Engenharia Nuclear do IME atingiu sua estrutura atual em 1988, com a área de Concentração de Instalações Nucleares, e as Linhas de Pesquisa: Reatores Nucleares e Controle Ambiental.

EVOLUÇÃO DO CURSO

Um dos principais desafios para o curso é a concretização do propósito de oferecer formação profissional multidisciplinar aos seus alunos, o que implica em uma metodologia de trabalho que deve ser desenvolvida perpassando todos os componentes curriculares, enfatizada em unidades programáticas e atividades acadêmicas. Implica, também, na sensibilização do professor e do próprio aluno quanto à mudança do conceito de profissional, hoje requerido pela sociedade moderna: um egresso que esteja preparado para solucionar problemas de forma cooperativa e integrado a equipes.

A tendência, cada vez maior, de integração dos conhecimentos das áreas da Engenharia Nuclear conduziu à concepção de um Projeto Pedagógico que é periodicamente avaliado pelos professores do Programa. O currículo do programa de Pós-graduação em Engenharia Nuclear, em nível de mestrado, se constitui de disciplinas de avançado conteúdo e possui as seguintes características:

a) formação básica, constituída de disciplinas obrigatórias que fornecem ao aluno os fundamentos teóricos, que permitirão seu futuro autoaperfeiçoamento profissional nas áreas de conhecimento abrangidas pelo curso;

b) campo colateral de estudos, constituído de disciplinas obrigatórias, consubstanciado por uma linha de pesquisa onde serão realizados a pesquisa e o trabalho de dissertação, cujo objetivo é, apesar de manter o foco na dissertação, permitir que o aluno amplie sua cultura técnico-científica, evitando uma excessiva especialização;

c) um campo principal de especialização, constituído de disciplinas escolhidas pelo aluno e sob a coordenação do professor orientador, consubstanciado pela pesquisa e pelo trabalho de dissertação.

Para execução dos trabalhos de pesquisa, o Programa conta atualmente com os seguintes laboratórios:

1- Laboratório de Espectrometria Alfa e Gama – Destina-se às medidas de par-

tículas alfa e de radiação gama, e análises de amostras ambientais e/ou com material radioativo nas atividades de ensino e pesquisa;

2 - Laboratório de Medida de Atividade Alfa e Beta Total – Destina-se às medidas de partículas alfa e beta, e levantamentos de atividades de amostras alfa e beta emissores nas atividades de ensino e de pesquisa;

3- Laboratório de Aferição de Monitores de Radiação Gama – Permite aferir monitores de radiação gama utilizando fontes radioativas calibradas, em apoio às atividades de ensino e pesquisa;

4- Laboratório de Aerossol – Permite classificar a granulometria presente no ar, bem como a sua caracterização em função da inalação realizada pelo homem, e realizar avaliações de contaminação interna ocupacional e/ou de público nas atividades de ensino e de pesquisa;

5- Laboratório de Controle de Qualidade em Radiodiagnóstico – Permite quantificar, estimando a dose oriunda de exames com aparelhos de raio-x convencional, tomografia computadorizada, fluoroscopia e mamografia, tanto no operador, quanto no paciente e monitorar a dose nas áreas livres nas unidades de saúde do Exército. O Laboratório permite também avaliar os vários parâmetros dos equipamentos de raios-x que afetam a qualidade da imagem, assim como o do sistema de processamento, e realizar o controle de qualidade em processadores de filmes radiográficos;

6- Laboratório de Sensoriamento Remoto – Permite pesquisar e desenvolver pequenos robôs autônomos ou remotamente comandados, que permitam o estudo e acesso às áreas sujeitas à contaminação química, biológica ou nuclear nas atividades de ensino e de pesquisa. Envolve o projeto tanto de veículos não tripulados quanto de sensores dedicados às aplicações em meio ambiente;

7- Laboratório de Computação – Permite desenvolver e analisar sistemas de transporte das radiações, sistemas de gerenciamento de combustível e sistemas de escoamento de fluido com transferência de calor nas atividades de ensino e de pesquisa;

8- Laboratório de Controle Ambiental e de Irradiação de Alimentos – Permite a análise de determinação de umidade, resíduo mineral fixo, lipídeos, fibras, pigmentos e carotenóides totais nos alimentos tratados por irradiação, bem como a análise de amostras ambientais líquidas e sólidas.

Durante a realização dos trabalhos de ensino e de pesquisa são também utilizadas as instalações do Centro Tecnológico do Exército (CTEx), em Guaratiba e da CNEN. Em particular, podem ser usados pelos alunos e professores os seguintes laboratórios externos:

Do CTEx:

- Laboratório de Irradiação de Alimentos;
- Laboratório de Neutrônica.

Da CNEN:

- Cíclotron (IEN – Instituto de Engenharia Nuclear);
- Reator Argonauta (IEN - Instituto de Engenharia Nuclear);
- Laboratório de Metrologia (IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria).

Com o objetivo de modernizar e aumentar a infraestrutura dos laboratórios

foram submetidos e aprovados os seguintes Projetos:

- (i) Projeto “Modernização da Infraestrutura do Laboratório de Controle Ambiental e de Irradiação e de Alimentos” (FAPERJ);
- (ii) Projeto “Desenvolvimento Tecnológico de uma Câmara de Ionização Experimental para Detecção de Radiação Gama e Raios-x” (FAPERJ).
- Em 2008, com recursos obtidos através de Emenda Parlamentar do Congresso Nacional, foram adquiridos equipamentos que deram início à modernização do Laboratório de Instrumentação Nuclear.
- De forma geral, as pesquisas desenvolvidas atualmente no Programa de Engenharia Nuclear da SE/7 abrangem linhas de pesquisa em Reatores Nucleares e Controle Ambiental. Em Reatores Nucleares, a ênfase das pesquisas é na área de cálculo neutrônico e simulação computacional. Concomitantemente, a linha de pesquisa de Controle Ambiental tem enfocado nesses últimos três anos tanto atividades de proteção radiológica quanto de irradiação de alimentos. Quanto à proteção radiológica, os esforços são centrados na presença de radionuclídeos naturais e seus efeitos na construção civil, no uso industrial de produtos do parque mineroindustrial brasileiro e nos métodos de aplicação em medicina. Está sendo abordado, ainda, o desenvolvimento conceitual de novas tecnologias voltadas para a utilização dos efeitos benéficos da radiação.
- Já nas pesquisas da irradiação de alimentos, o foco é conhecer a composição química e o valor nutricional dos alimentos e, em especial, a busca da eliminação de microrganismos e toxinas através da irradiação, tornando o alimento mais seguro ao consumo e prolongando sua vida útil em condições de conservação e refrigeração adversas.
- Diversos projetos foram enviados e outorgados recentemente, em diversas agências de fomento, com os seguintes objetivos:
- (i) ampliar a produção intelectual dos doutores com a participação de discentes, incluídos os da graduação, colimando objetivos de projetos que atendam à estratégia de melhoria da produção intelectual;
- (ii) integrar projetos com a disponibilidade de docentes do núcleo básico, ampliando as condições de execução, pelo intercâmbio com as demais Seções de Ensino do IME e com outras Instituições de Ensino Superior (IES) e Instituições de Pesquisa; e
- (iii) priorizar a consolidação do conhecimento em tecnologias sensíveis de uso prático, indispensáveis ao desenvolvimento nacional em função das tendências levantadas no cenário internacional e das necessidades sociais atuais. Objetivou-se assim, adequar a formação de recursos humanos às modificações implantadas com as demandas sociais direta e indireta em suas aplicações de tecnologias nucleares e afins.
- Na captação de recursos em outras fontes de fomento, a SE/7- IME tem os seguintes projetos outorgados:
- (i) Projeto “Modernização da Infra-Estrutura do Laboratório de Controle Ambiental e de Irradiação e de Alimentos”, junto à FAPERJ, no valor de R$19.873,91;
- (ii) Projeto ADT1 “Desenvolvimento Tecnológico de uma Câmara de Ionização Experimental para Detecção de Radiação Gama e Raios-x”, junto à FAPERJ, no valor de R$42.000,00;

- (iii) Projeto ADT1 “Desenvolvimento de Tecnologia de Radiação Não-Ionizante em Armas Não Letais com Aplicação em Pulso Eletromagnético”, junto à FAPERJ, no valor de R$27.000,00;
- (iv) Projeto ADT1 “Desenvolvimento Tecnológico de um Veículo Aéreo Não Tripulado para Segurança e Sensoriamento Remoto”, junto à FAPERJ, no valor de R$35.000,00;
- (v) Projeto ADT1 “Desenvolvimento Tecnológico de Sistema de Detecção para as Áreas Nuclear e de Saúde”, junto à FAPERJ, no valor de R$48.000,00;
- (vi) Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC-CNPq/IME (Edital 2007/2008), com o projeto “Emprego da Irradiação Ionizante Gama para Manutenção da Qualidade Nutricional e Funcional de Espécies Frutíferas Nativas dos Cerrados como Forma Alternativa de Combate à Hipovitaminose-A”;
- (vii) Projeto “Desenvolvimento Tecnológico para Realização de Pesquisas Estratégicas de Defesa em Segurança Pública”, no Edital 06/2007 da FAPERJ, no valor de R$395.000,00 (em cooperação com a SE/5 - Seção de Engenharia Química do IME);
- (viii) Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC-CNPq/ IME (Edital 2009/2010), com o projeto “Avaliação das Condições de Proteção Radiológica dos Serviços de Radiologia intra-oral do Exército”;
- (ix) Projetos de interação UERJ/IME “Estudo da Dose de Fótons em Profundidade em um Simulador de Mama Utilizando o Método de Monte Carlo” e “Avaliação dos Efeitos de Interface e de Diferentes Materiais na Distribuição da Dose no Meio Biológico”, no Edital MCT/CNPq No 14/2009 - Universal.
- (x) Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC-CNPq/IME (Edital 2009/2010), com o projeto “Identificação de Toxinas por Espectrometria de Massa e Aplicação da Radiação Ionizante Gama”;
- (xi) Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC-CNPq/IME (Edital 2009/2010), com o projeto “Inativação de Aminas Biogênicas por Radiação Gama”.

O Programa tem procurado inovar os temas desenvolvidos nas dissertações de mestrado. Pode-se citar a utilização do método de Monte Carlo na simulação computacional voltada para reatores nucleares e proteção radiológica, o desenvolvimento de parcerias com o Centro Brasileiro de Pesquisa Físicas (CBPF) no estudo de antineutrinos, o avanço no estudo da utilização de frutos tropicais irradiados no combate à hipovitaminose A, entre outros trabalhos inovadores.

PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

O Programa vem, desde 2006, quando de visita de Comissão da CAPES, seguindo as recomendações no sentido de trabalhar a evolução do número de publicações anuais, item de grande importância para o Comitê Avaliador e para a CAPES de maneira geral. Por outro lado, os professores do Programa ressaltaram a relação direta entre o número de discentes e a quantidade de publicações, sendo que ocorre um contingenciamento na captação de discentes, determinada pelo Escalão Superior do Exército, ao qual o IME é subordinado, tendo sido fixadas apenas 10 vagas anuais para civis e 2 vagas para militares. Constata-se que a aprovação

pela CAPES do programa de recuperação e a decisão institucional de reforçar sua área de Pós-graduação, no contexto integrado de suas atividades, teve as seguintes repercussões: (i) minimizou os aspectos negativos oriundos de avaliações anteriores; (ii) ampliou a demanda de alunos; (iii) ampliou a disponibilidade de recursos via PROAP – CAPES; e (iv) ampliou a disponibilidade de recursos via órgãos de fomento. Em consequência, as medidas adotadas têm proporcionado uma produção científico-tecnológica adequada aos propósitos da formação de recursos humanos em nível mestrado, com objetivo centralizado nas demandas nacionais prioritárias, tais como: (i) participação efetiva de professores de tempo integral em áreas afins do próprio IME no programa de Engenharia Nuclear, permitindo a integração mais ampla com a Engenharia das Radiações e Gestão Ambiental; (ii) captação de melhores alunos motivados pela disponibilidade de bolsas de estudo (total de doze), e pelo enfoque prático com problemas atuais; (iii) ampliação da cooperação com outras seções de ensino do IME e com outras instituições de ensino e pesquisa, quer pela orientação conjunta de dissertações de mestrado e teses de doutorado de alunos daquelas instituições, quer por pesquisas em conjunto em projetos induzidos; (iv) concentração de linhas de pesquisa em áreas de interesse comum ao IME e ao setor produtivo; e (v) integração com o CTEx, como CAMPUS AVANÇADO para pesquisas do Programa de Engenharia Nuclear.

No decorrer dos últimos dois anos ocorreram os seguintes intercâmbios institucionais:

- Pesquisas desenvolvidas em parceria com a “University of Florida”, entre o Professor Dr. Alan Martin Jacobs e o Professor Dr. Ronaldo Glicério Cabral sobre os temas: (i) Análise do Método do Albedo aplicado à blindagem das radiações nêutron, gama e nêutron gama acoplados; (ii) Análise de sistemas de detecção de minas terrestres através da reflexão de raios-x; (iii) Análise de criticalidade Aplicando o Método do Albedo;
- Utilização do reator Argonauta na disciplina prática de Laboratório Nuclear II, no Instituto de Engenharia Nuclear -IEN;
- Utilização do aparelho de Raio-X do Laboratório de Ciências Radiológicas da UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - na disciplina prática de Laboratório Nuclear III;
- Pesquisas em cooperação com o Hospital Central do Exército - HCE, orientadas pela professora Dra Nadya Maria Prado Damasceno Ferreira, em estudos para implantação de um programa de melhoria da qualidade em diagnósticos nos Serviços de Radiologia e de Medicina Nuclear;
- Estudos do Professor Dr. Cláudio Luiz de Oliveira, em cooperação com a Agência Brasileira-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares - ABACC, a fim de avaliar a composição isotópica de combustível nuclear irradiado;
- Estudos em parceria e utilização do irradiador de alimentos do CTEX, dentro do contexto do Plano Básico de Ciência e Tecnologia – PBCT – do Exército Brasileiro;
- Interação com a EMBRAPA – Agroindústria de Alimentos, orientadas pela Professora Dra Keila dos Santos Cople Lima, utilizando os Laboratórios de Cromatografia e de Micotoxinas para treinamento, realização de análises e

estágio de alunos;

- Interação com o IMA/UFRJ - Instituto de Macromoléculas da UFRJ , orientadas pela Professora Dra Keila dos Santos Cople Lima em análises de Ressonância Magnética Nuclear;
- Interação com o IQ/UFRJ – Instituto de Química da UFRJ, orientadas pela Professora Dra Keila dos Santos Cople Lima, em estudos e avaliações conjuntos e na utilização do cromatógrafo a gás do IQ/UFRJ;
- Interação com o IEN – Instituto de Engenharia Nuclear da CNEN – através da utilização da unidade de Produção de Radioisótopos para aulas sobre Processo de Produção, Processo de Garantia e Medição da Qualidade e Pureza, Processo de Fracionamento e Alicotagem e Expedição para o Estágio Avançado de Proteção Radiológica;
- Interação com o IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria da CNEN – para o módulo BIOFÍSICA DAS RADIAÇÕES, do Estágio Avançado de Proteção Radiológica, com a utilização dos Laboratórios de Radiobiologia de Medidas in Vivo, de Bioanálises, de Dosimetria Termoluminescente, de Dosimetria Fotográfica e de Aerossóis;
- Interação com o IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria da CNEN – para o módulo FÍSICA MÉDICA, do Estágio Avançado de Proteção Radiológica, com a realização de procedimentos para controle da qualidade de procedimentos e equipamentos em radioterapia, radiodiagnóstico e medicina nuclear, avaliação da qualidade da imagem e avaliação das doses nos profissionais ocupacionalmente expostos;
- Interação com o CTEX para o módulo Resposta a Situações de Emergência Radiológica e Nuclear, do Estágio Avançado de Proteção Radiológica, no exercício prático de detecção, na descrição de equipamentos de proteção individual (EPI), no exercício prático de uso de EPI (Equipamentos de Proteção Individual), nas instruções sobre proteção Nuclear e sobre ações de resposta a situações de emergência e, ainda, no exercício prático de ações de resposta a situações de emergência;
- Interação com o INCA – Instituto Nacional do Câncer – Unidade Praça da Cruz Vermelha – para o módulo RADIOTERAPIA, do Estágio Avançado de Proteção Radiológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Castelliano, L.; Um Breve Histórico do IME - Instituto Militar de Engenharia. www.ime.eb.br/arquivos/Noticia/historicoIME.pdf, acessada em janeiro de **2010**.*

*Schmiedecke, W. C.; Porto, P.A.; PRONUCLEAR (1976-1986) e a Formação de Recursos Humanos para a Área de Energia Nuclear no Brasil; International Journal for the History of Sience. **2008**, 4.*

O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO

Ronaldo Moreira Salles[a], Paulo Fernando Ferreira Rosa[a], Claudia Marcela Justel[a], Ana Maria de Carvalho Moura[b], Emmanuel Piseces Lopes Passos[c]*

[a]Seção de Engenharia de Sistemas (SE/8; Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
[b]Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC- Petrópolis/RJ)
[c]Departamento de Engenharia Elétrica - PUC/RJ

ABSTRACT

This paper presents a brief history of the Graduate Program in Systems and Computing of the Military Institute of Engineering. It is addressed the main milestones of the course as well as the objectives, infrastruture, research on teaching aspects and future directions.

RESUMO

Este artigo apresenta um breve histórico sobre o Programa de Pós-graduação em Sistemas e Computação do Instituto Militar de Engenharia. São abordados os principais fatos marcantes do curso, bem como, os objetivos, infra-estrutura, desempenho de ensino e pesquisa, e perspectivas futuras.

Keywords: Graduate Program in Systems and Computing, Military Institute of Engineering, Brazil

HISTÓRICO DO CURSO

Como um dos primeiros registros sobre o interesse pela área de Computação dentro do IME pode-se destacar a vinda do pesquisador alemão Helmut T. Schreyer ao Brasil. De 1936 a 1938 o Dr. Schereyer trabalhou conjuntamente com o Dr. Konrad Zuse no desenvolvimento do primeiro computador digital do mundo, o Z1 (Schereyer, 1990). O Dr. Schreyer foi professor do IME na Seção de Engenharia Elétrica entre os anos de 1959 e 1984, e em 1966 publicou o seguinte livro: “Circuitos de Comutação”, Instituto Militar de Engenharia, 1966, 220 páginas.

Figura 1 – Circuitos de Comutação, Prof Dr Helmut Schreyer

A pesquisa em computação no IME começou oficialmente com a criação do Programa de Mestrado em Engenharia de Sistemas em 1972, porém com enfoque nas áreas de Pesquisa Operacional e Matemática Aplicada. Um ano mais tarde, em 1973, impulsionado pela evolução tecnológica, pelas necessidades do Exército e pelas demandas do mercado, o curso foi levado a criar uma nova frente, dessa vez voltada especificamente para a área de Informática.

Em 1974 foram defendidas as seis primeiras dissertações de Mestrado em Engenharia de Sistemas, são elas:

- Comparação entre Modelos Matemáticos para Alocação de Recursos nas Universidades – Zélia Maria Lucena de Mendonça (bolsista CNPq);
- Diofantinização de Problemas – Luiz Irapuan Pinheiro;
- Elementos de Ordem Superior no Método dos Elementos Finitos – Ana Maria Amorim de Amorim (bolsista CNPq);
- Modelos Especiais de Otimização Não Linear Inteira – Newton Caldas;
- Sobre Generalizações da Teoria da Interpolação Numérica – Arcádio Joaquim Vieira Filho;
- Técnicas de Branch-and-Bound Aplicadas à Determinação de Circuitos Hamiltonianos Minimais – Romeu Costa Ribeiro Bastos;

Em 1975 foi defendida a primeira dissertação classificada oficialmente como sendo dá área de Informática:

- Simulador do Computador MIX no IBM 1130 – Paulo Silva de Vasconcelos

Vale a pena observar que, já naquela época, a Computação começava a apresentar também uma atuação multidisciplinar, haja visto o convênio firmado com o Centro de Informações Nucleares (CNEN/CIN), no período de 1973 a 1978. Esse convênio criou uma Pós-graduação em Recuperação da Informação no IME, gerando inúmeros trabalhos e monografias voltados especificamente para aplicações e interesse de pesquisas realizadas no CIN. No final da década de 70, por demanda do Ministério de Relações Exteriores, foi criada a Linha de Pesquisa em Criptologia, vinculada ao curso de Pós-graduação em Matemática Aplicada, e posteriormente ao de Informática, em parceria com a Universidade Federal Fluminense.

Na década de 80 a Informática se fortaleceu com a contratação de diversos professores para atuarem em pesquisa nos assuntos de grande desenvolvimento da época, tais como: banco de dados, linguagens de programação, lógica, inteligência artificial e redes de computadores. Alguns desses professores continuam colaborando com o Programa de Pós-graduação até os dias de hoje, outros ocupam posições de destaque em várias esferas do Governo.

Em 1987, devido às mudanças de reestruturação acadêmica, determinadas pelo Programa, a Pós-graduação em Engenharia de Sistemas se expandiu e criou novas frentes de atuação, absorvendo as áreas de Transporte, Pesquisa Operacional e Cartografia. Conseqüentemente, o Programa de Pós-graduação da Seção de Ensino (então Departamento) mudou a sua nomenclatura, passando então a se denominar Mestrado em Sistemas e Computação, com as seguintes áreas de concentração: Informática, Transportes, Pesquisa Operacional e Cartografia. Esta transformação, no entanto, não obteve muito sucesso devido à grande heterogeneidade dos cursos absorvidos, que não apresentavam elos e projetos em comum.

Somente em 1998 a Pós-graduação em Informática voltou a se tornar independente, conservando a sua nomenclatura de Mestrado em Sistemas e Computação até os dias de hoje (Moura, 2008).

Nesse quadro evolutivo do Programa de Pós-graduação, vale à pena citar alguns marcos históricos importantes do período:

- 1983-1985 – Convênio com a Embratel, dando a oportunidade a funcionários dessa empresa a realizar o Mestrado no IME. Como contrapartida, a Empresa colocou à disposição do departamento 20 microcomputadores de 8 bits da marca Schumec;
- 1987 – Foi criado legalmente no âmbito do Exército o atual Curso de Pós-graduação (Mestrado) em Sistemas e Computação da Seção de Engenharia de Computação do IME pela portaria nº 002-EME, de 16 de janeiro de 1987, do Estado Maior, iniciando as suas atividades ainda no primeiro período desse ano, quando foram matriculados 26 alunos.
- 1992 - Foi firmado um convênio com o CNPq, que resultou na doação de quatro estações SUN ao departamento, estabelecendo um novo padrão de tecnologia na infra-estrutura de laboratórios do departamento. Esse fato resultou também na inclusão de novas disciplinas voltadas à tecnologia UNIX;
- 1994 – Esse ano foi um marco para o departamento, pois a equipe de Informática instalou, com o apoio da FAPERJ, a tecnologia Internet no IME fazendo com que o Instituto se tornasse a primeira e única Organização Militar do Brasil com acesso à Internet na época. Após isso o IME disponibilizou o acesso a outras OMs do Exército.

Atualmente, o Programa de Pós-graduação desenvolve projetos de pesquisa em diversas áreas, a saber: Algoritmos, Banco de Dados, Engenharia de Software, Matemática Computacional, Redes de Computadores, Sistemas Distribuídos, Robótica e Segurança da Informação.

O Programa oferece bolsas de mestrado da CAPES e possui diversos laboratórios, tais como: Laboratório de Programação (geral), Laboratório de Desenvolvimento de Software (Banco de Dados e Engenharia de Software), Laboratório de Redes, Laboratório de Robótica e Inteligência Computacional (Robótica e Inteligência Artificial), Laboratório de Sistemas Distribuídos, Laboratório de Comando e Controle e Laboratório de Segurança da Informação.

Até o final do ano de 2009, o Curso de Mestrado em Sistemas e Computação já havia formado 620 alunos dentre militares e civis de todas as partes do Brasil, bem como, alunos de outros países.

EVOLUÇÃO DO CURSO

O Programa tem como objetivos principais a geração de conhecimento e a formação de profissionais de alta qualidade para as atividades de ensino e pesquisa em Computação. Esses objetivos se traduzem na missão de formar pessoas com uma ampla base de conhecimento e capacitadas a se destacar no cenário atual. A Seção empenha-se em seguir uma visão que tem por propósitos: melhoria contí-

nua da Pós-graduação; integração da Pós-graduação com a graduação; constante adequação da infra-estrutura física; e, interação com a sociedade quer seja com o setor produtivo, quanto no apoio às Forças Armadas.

As linhas de pesquisa

O Programa apresenta um perfil multidisciplinar, atualmente abrangendo as seguintes áreas de concentração - conforme sugestão da própria CAPES: Computação Básica e Tecnologias e, Sistemas de Computação. Estas áreas de concentração compreendem três linhas de pesquisa: Algoritmos e Linguagens, Tecnologias para Tratamento e Transmissão de Informação e Sistemas de Informação (Salles, 2008).

ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO	LINHAS DE PESQUISA
Computação Básica	1. Algoritmos e Linguagens
Tecnologias e Sistemas de Computação	2. Tecnologias para Tratamento e Transmissão da Informação 3. Sistemas de Informação

Algoritmos e Linguagens

Esta linha de pesquisa aglutina duas áreas de conhecimento: Análise de Algoritmos e Complexidade da Computação, e Linguagens de Programação. Suas atividades envolvem o desenvolvimento e análise de desempenho de algoritmos para solução de problemas de otimização combinatória; e o desenvolvimento de modelos lógico-matemáticos dos sistemas computacionais. A pesquisa nesta linha concentra-se, em especial, na eficiência computacional, na complexidade dos algoritmos e na análise de erros.

Tecnologias para Tratamento e Transmissão da Informação

Esta linha de pesquisa aglutina três áreas de conhecimento: Redes de Computadores, Robótica, e Sistemas Distribuídos. Suas atividades envolvem: o estudo e o desenvolvimento de técnicas de transmissão de dados, protocolos de redes de computadores, arquitetura e topologia de redes; a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controladas por sistemas de software e circuitos integrados; e o estudo e desenvolvimento de técnicas e metodologias para o projeto, implementação, e aplicação de sistemas distribuídos. A pesquisa nesta linha concentra-se, em especial, no estudo, modelagem, e análise de desempenho de sistemas.

Sistemas de Informação

Esta linha de pesquisa aglutina três áreas de conhecimento: Banco de Dados, Engenharia de Software, e Mineração de Dados. Suas atividades envolvem o estudo e o desenvolvimento de projetos de sistemas de banco de dados, teoria de banco de dados, bancos de dados não convencionais, metadados, ontologias, interoperabilidade, proveniência de dados e técnicas avançadas para a gerência de dados e processos; o desenvolvimento de fundamentos teóricos, métodos, técni-

cas e ferramentas para o desenvolvimento de software de qualidade; e o estudo e o desenvolvimento de técnicas de estatística, recuperação de informação, inteligência artificial e reconhecimento de padrões para exploração de grandes quantidades de dados. A pesquisa nesta linha concentra-se, em especial, na concepção e desenvolvimento de conceitos, técnicas, modelos, métodos, métricas e ferramentas necessários à infra-estrutura, gestão e automação de processos e sistemas.

O CORPO DOCENTE

O corpo docente do Programa apresenta um perfil altamente qualificado e jovem. Nos últimos cinco anos o Programa tem contratado recém-doutores de alto potencial científico em áreas estratégicas e estimulado a participação de seus docentes em cursos de pós-doutoramento no país e no exterior. O Programa conta com 09 docentes credenciados, todos com menos de 12 anos de titulação, sendo 03 pesquisadores bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq nível 2. Esta renovação do corpo docente está consoante com a estratégia de dinamização da Pós-graduação a fim de alcançar uma posição de destaque ainda maior na área.

Embora o Programa possua um corpo de pesquisadores bastante enxuto, ele tem se destacado na realização de outras atividades relacionadas à pesquisa na área. A se destacar inicialmente, estão a organização do XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (que contou com 18 eventos paralelos) em 2007 e a realização de todas as edições do Exame Nacional para Ingresso na Pós-graduação em Computação (POSCOMP) para o Rio de Janeiro de 2001 a 2008. O POSCOMP é um exame aplicado em todas as regiões do País e foi concebido para permitir que os candidatos a cursar Programas de Pós-graduação em Computação possam participar dos processos seletivos em vários programas, sem a necessidade de deslocamento para a sede de cada um dos programas postulados pelo candidato, cumprindo assim um forte papel de inclusão social (https://www.sbc.org.br/poscomp).

Diversos eventos acadêmicos e científicos contam com a organização ou colaboração de professores do Programa a cada ano. A seguir é apresentada uma listagem dos últimos eventos onde houve a coordenação ou participação dos nossos professores:

- International Conference on Formal Engineering Methods – ICFEM'09, ocorrido no IME em 2009 (http://icfem09.inf.puc-rio.br/ICFEM.html);
- II Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil, ocorrido no IME em 2009 (http://ontobra.comp.ime.eb.br/);
- III e-Science Workshop, ocorrido no IME em 2009 (http://e-science.comp.ime.eb.br/index.htm);
- I UNU-IIST International School on Formal Engineering Methods, ocorrido no IME em 2009;
- Seminário Integrado de Software e Hardware- SEMISH 2008 e SEMISH 2009 (http://csbc2009.inf.ufrgs.br/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=73);
- Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação -

WPerformance 2008 e WPerformance 2009 (http://csbc2009.inf.ufrgs.br/index.php?option=com _content&task=view&id=39&Itemid=79);

- Simpósio Brasileiro de Telecomunicações - SBrT 2007, SBrT 2008 e SBrT 2009 (http://www.furb.br/especiais/interna.php?secao=1735);
- Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores – SBRC 2005-2009 (http://www.sbrc2009.ufpe.br/). Em 2008 um trabalho de aluno do Programa recebeu o prêmio de "MELHOR ARTIGO" do evento;
- Workshop on Spectral Graph Theory with Applications on Computer Science, Combinatorial Optimization and Chemistry (SGT in Rio), ocorrido no IME em 2008 (http://www.sgt.pep.ufrj.br/~tegrio/);
- XL Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (http://www.ufpb.br/sbpo2008/);
- Conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2008 (http://www.ciawi-conf.org/pt/index.asp);
- XXII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software e XXIII Simpósio Brasileiro de Banco de Dados (http://sbbdes.ic.unicamp.br/index.php)
- IV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (http://www.sbc.org.br/sbsi/2008/index.html)
- XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, ocorrido no IME em 2007 (www.sbc.org.br/sbc2007);
- Palestra "Who do you know: The Social Network Revolution" do engenheiro de computação Orkut Buyukkokten, Ph.D. Stanford em 2002, criador do site de relacionamento Orkut, ocorrida no IME em 2007;
- 19th International Symposium on Mathematical Programming, ocorrido no IME em 2006 (http://www.ismp2006.org/).

Os professores do Programa são também solicitados a participar como membros externos de bancas em concursos públicos para o ingresso na carreira de magistério superior em outras universidades e instituições de ensino e pesquisa.

Recentemente, dois professores do Programa realizaram pós-doutorado, um deles na Universidade de Niigata, Japão e o outro na FIOCRUZ.

O CORPO DISCENTE

De acordo com o objetivo do curso, estão aptos a se candidatarem os graduados em Engenharia, especialmente Engenharia de Computação e Engenharia Elétrica, Ciência da Computação, Informática, Matemática e Estatística, desde que possuam conhecimentos básicos na área de computação.

Em consonância com o perfil do egresso do IME, previsto no seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), o pós-graduado pelo programa deverá ter uma formação ampla na sua área de concentração, não restringindo-se especificamente ao objetivo de sua pesquisa. O aluno deverá ser capaz de absorver, desenvolver e utilizar novos processos e tecnologias avançadas, identificar e resolver problemas com criatividade, visão ética e humanística, deverá estar motivado para a necessidade da aprendizagem continuada e da auto-aprendizagem.

A solução de problemas reais através da pesquisa desenvolvida pelo aluno deverá levá-lo a ter uma visão mais sistêmica do conhecimento adquirido e prepa-

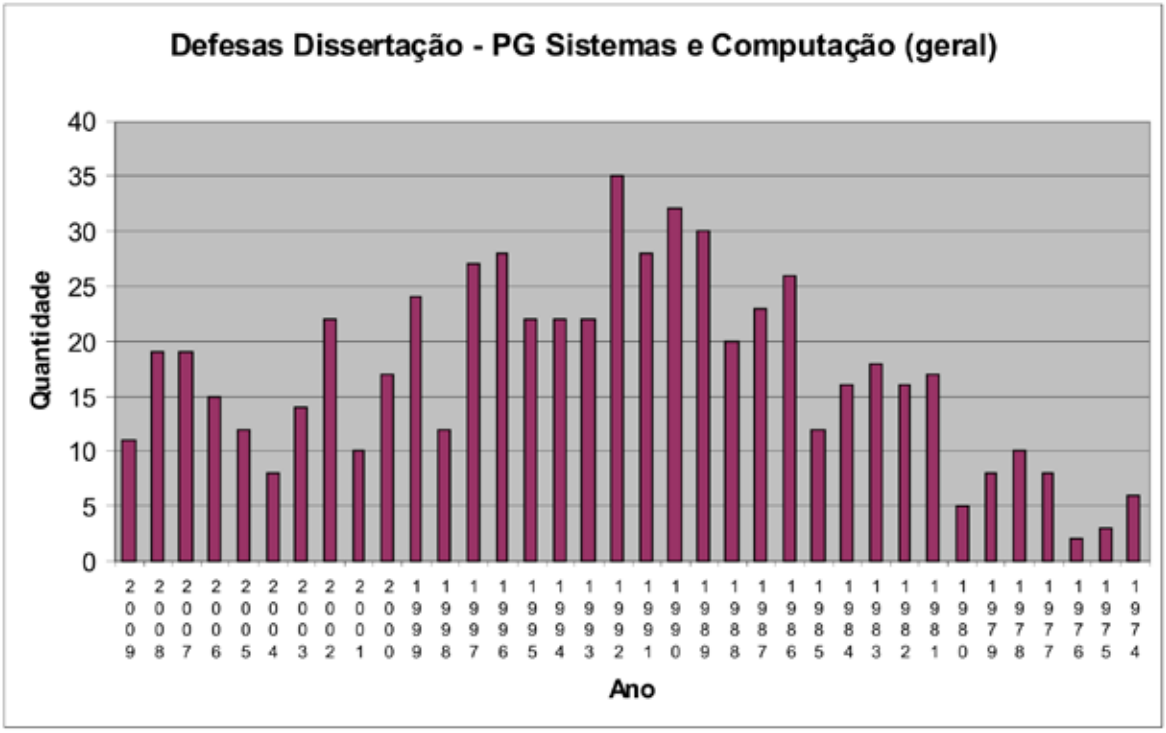

Figura 2 – Dissertações defendidas ao longo dos anos (1974-2009).

rá-lo para atuar em equipes multidisciplinares. Já a fase de créditos deverá possibilitar ao aluno a realização de práticas interdisciplinares e melhorar a sua formação crítica e reflexiva.

Até o final do ano de 2009, o Programa já havia formado um total de 620 mestres distribuídos ao longo dos anos, conforme o gráfico da Figura.2. A Figura.3 apresenta uma foto que registra o dia da defesa da dissertação de Mestrado de número 600 do Programa de Pós-graduação em Sistemas e Computação: "Adicionando Segurança ao Algoritmo de Compressão Block-Sorting", por Daniel Pordeus Menezes.

Todas as bancas de mestrado são constituídas segundo critérios rigorosos e avaliadas tanto pela coordenação do Programa como pela chefia da Subdivisão de Pós-graduação do IME. A banca deve ter pelo menos três membros doutores, dos quais um deve ser externo ao IME.

Os alunos formados no Programa têm conseguido colocações de destaque no mercado de trabalho, na academia e nas Forças Armadas. Em especial, além do atendimento às necessidades crescentes do Exército na área, o Programa também tem vocação para formação de recursos humanos para o mercado, tendo ex-alunos trabalhando em empresas como a GOOGLE, DATAPREV, GLOBOSAT, PETROBRÁS.

Além desses alunos que seguiram para o mercado de trabalho, o Programa forma alunos que são aceitos em Programas de Doutorado nível 7 (COPPE e PUC--Rio) no Brasil, nível máxima na sistemática atual de avaliação da CAPES, como também, em programas de doutorado no exterior em países como Estados Unidos, Inglaterra, Portugal. Também há alunos formados recentemente pelo Programa já atuando como docentes em Instituições de Ensino Superior, como o CEFET/RJ, Universidade Federal do Tocantins, CEFET/TO, Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Alfenas, Universidade Estadual do Ceará e diversas universidades particulares.

O Programa tem como foco principal a formação de alunos para o Exército e demais Forças Armadas. Estes alunos também alcançam posição de destaque em centros de desenvolvimento de sistemas militares, como o Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV) da Marinha, Centro Integrado de Guerra Eletrônica (CIGE) do Exército, Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e o Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS). O Programa também auxilia o Governo do Estado do Rio de Janeiro, formando recursos humanos especializados para o Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil. Alguns destes ex-alunos atuam em funções diretas da administração estadual.

Figura 3 – Hexacentésima defesa de Mestrado do Curso de Sistemas e Computação – 30 Jun. 2008;

Na foto, da esquerda para a direita: Maj Salles (Coord. do Programa), TC Freire (Ch. da Seção), Gen Bda Emílio (Cmte. do IME), Daniel Pordeus (Aluno), Maj Mello (Orientador), Prof Milidiu (membro externo), Maj Luiz Henrique (membro interno), Cel Cecílio (Ch da DivEnsPesq).

A INFRAESTRUTURA

O Programa conta com a infra-estrutura necessária para o seu funcionamento. A área física inclui espaço para administração, salas de professores, laboratórios, salas de aula, sala de estudos para alunos e sala de seminários, todos com mobiliário adequado. Todas as instalações do Programa são interconectadas por redes e oferecem acesso sem fio à Internet. A Seção de Engenharia de Computação mantém um Laboratório de Programação para apoio ao ensino de graduação e Pós-graduação. Conta ainda com 05 laboratórios temáticos que apóiam o ensino, pesquisa e desenvolvimento em áreas específicas (SE/8-IME, 2007).

Laboratório de Programação da Engenharia de Computação

O objetivo do Laboratório é atender às necessidades de prática computacional das disciplinas do ciclo profissional do curso graduação em Engenharia de Computação e atender os alunos de Pós-graduação, apoiando as atividades de pesquisa do Departamento. O laboratório conta com os seguintes equipamentos: 5 servidores, 15 estações de trabalho, 2 impressoras e diversos equipamentos de rede. O laboratório possui convênio com a Microsoft, permitindo a distribuição de sistemas operacionais e ambientes de desenvolvimento da plataforma Microsoft para todos os alunos e professores. Além disso, oferece diversos sistemas básicos e aplicativos de distribuição gratuita, que complementam as necessidades de ensino e pesquisa, tais como Java SDK, NetBeans, Eclipse e MySql.

Figura 4 – LabProgramação

LABORATÓRIOS TEMÁTICOS

O conjunto de laboratórios temáticos congrega cerca de 50 computadores, entre estações de trabalho e servidores. Todos estes equipamentos estão ligados à Internet e são renovados com freqüência, garantindo, assim, um ambiente moderno para pesquisa e desenvolvimento. A seguir, é feita uma breve descrição do objetivo de cada laboratório.

LabDS - Laboratório de Banco de Dados e Engenharia de Software

Figura 5 – LabDS

O objetivo do LabDS é fornecer infraestrutura para a pesquisa aplicada, para o desenvolvimento de ambientes e ferramentas, para a avaliação de processos e para o ensino experimental em Banco de Dados e Engenharia de Software.

LabC2 - Laboratório de Comando e Controle

Figura 6 – LabC2

O objetivo do LabC2 é apoiar os projetos de Comando e Controle em parceria com outras instituições. Atualmente, o laboratório hospeda três projetos com financiamentos da FAPERJ e da Secretaria Nacional de Defesa Civil.

LabSD - Laboratório de Sistemas Distribuídos

O objetivo do LabCAD é atender as necessidades de prática computacional das disciplinas de Sistemas Distribuídos e Computação de Alto Desempenho, oferecidas tanto na graduação quanto na Pós-graduação. O laboratório provê a infra-estrutura necessária para o desenvolvimento de projetos de pesquisa baseados em sistemas de clusters e grades computacionais, e também dá suporte ao desenvolvimento de projetos que requerem um alto poder computacional.

Figura 7 – LabSD

LabRedes - Laboratório de Redes de Computadores e de Segurança da Informação

Figura 8 – LabRedes

O objetivo do LabRedes é atender as necessidades práticas de ensino e pesquisa na área de Redes de Computadores/Teleinformática tanto para alunos de graduação quanto de Pós-graduação. O laboratório presta apoio a projetos de pesquisa em gerência de redes, engenharia de tráfego, segurança da informação e sistemas de teleinformática. A infra-estrutura do laboratório é composta por um rack com 06 roteadores CISCO, 08 switches (sendo um com 24 portas de 1Gbps), 2 servidores, 1 nobreak e 10 estações de trabalho dispostas ao redor do rack.

RoboLab - Laboratório de Robótica e Inteligência Computacional

O objetivo do RoboLAB é atender as necessidades de prática computacional das disciplinas de Robótica e Inteligência Artificial e atender os alunos de graduação e Pós-graduação, apoiando os projetos de pesquisa em robôs cooperativos, veículos aéreos não tripulados e casa inteligente.

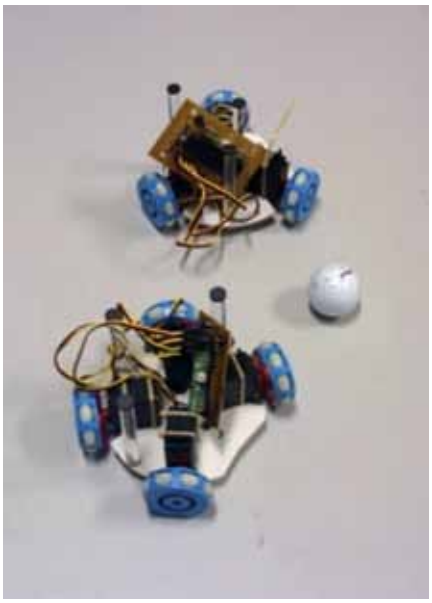

Figura 9 – Futebol de Robôs

Figura. 10 – Protótipos

OUTRAS INFORMAÇÕES

A produção intelectual tem aumentado significativamente e no triênio 2007-2008-2009 foi representada por mais de 100 trabalhos publicados em periódicos e anais de conferências, a saber: 21 trabalhos completos em periódicos, 07 livros / capítulos de livros, 80 trabalhos completos publicados em anais de conferências e diversos resumos de artigos.

A seguir é apresentada uma listagem com alguns dos principais projetos de pesquisa em andamento no Programa, o que nos dá uma visão da diversidade de pesquisas desenvolvidas pelos professores e pelos alunos:

- Engenharia de Software para Sistemas Multi-agentes Confiáveis, financiadora: CNPq (Edital Universal 2007);
- Apoio à Decisão Médica sobre Síndromes Hipertensivas na Gestação Utilizando Agentes de Software, financiadora: FINEP (Edital Telemedicina 2007);
- Futuro da Tecnologia de Software e suas Aplicações, financiadora: FAPERJ (Edital Pronex 2006);
- Engenharia de Software para Aplicações Multi-agentes Cooperativas, financiadora: CAPES (Convênio CAPES/Cofecub 2005);
- Propriedades estruturais em famílias de grafos, financiadora: CNPq (Edital Universal 2007);
- Medicina Assistida por Computação Científica - MACC-Rio, financiadora: FAPERJ (Edital MS/CNPq/FAPERJ 07/2006);
- Laboratório de Aquisição e Difusão de Informações Epidemiológicas, financiadora: FAPERJ (Edital nr. 08/2008);
- Cyber-Infraestrutura para Rede de P&D em Medicina Assistida por Computação Científica do Rio de Janeiro, financiadora: FAPERJ (Edital nr. 20/2008);
- Novas Técnicas de Transmissão Adaptativa Baseadas na Predição da Métrica de Adaptação, financiador: CNPq (Edital Universal, 2008);
- Automatização de Diagnóstico e Recuperação de Falhas em Redes, financiador: RNP (Grupos de Trabalho, 2007-2008);
- Rastreamento de Tráfego em Redes IP, financiador PBCT – Pesquisa Básica, Exército Brasileiro, 2010;
- Aplicação da Tecnologia de Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões (DTN) no Suporte a Operações Militares, financiador PBCT – Pesquisa Básica, Exército Brasileiro, 2010.

PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Atualmente, o Programa, embora esteja em um processo de renovação de seus pesquisadores, é uma instituição sólida e tradicional no cenário nacional da pesquisa e desenvolvimento em Ciência da Computação, com um bom nível de desempenho em um curso de mestrado.

Uma das estratégias do Programa para reforçar as suas atividades e melhorar seu desempenho é estabelecer parcerias com outros programas de Pós-graduação e instituições no Brasil e exterior. Por meio de seus pesquisadores, o Programa vem

interagido com outras instituições de ensino e pesquisa, nacionais e internacionais, participando de projetos de pesquisa e desenvolvimento. Dentre as cooperações atualmente em andamento, podem ser citadas:

Cooperação Internacional:

Programa de Cooperação Binacional Brasil-França (CAPES-COFECUB): projeto iniciado em 2005 na área de Engenharia de Software, com duração de 4 anos. O projeto conta com a participação do Programa (IME), do Programa de Informática (PUC-Rio) e da Universidade de Paris VI (França). O projeto prevê recursos para a concessão de bolsas de doutorado-sanduíche e de pós-doutorado. Além disso, duas missões de trabalho Brasil-França, e duas missões França-Brasil são previstas anualmente.

Programa de intercâmbio com a Niigata University - Japão: um docente do programa realizou estágio pós-doutoral, no Depto. de Cibernética, da Niigata University, com bolsa da agência Japan Student Service Organization (JASSO), na área de Robótica. Além disso, o mesmo docente realizou doutorado na citada universidade e interage com este programa de cooperação.

Está em andamento um processo de cooperação com as seguintes instituições: Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile; Universidade de Aveiro, Portugal; e Hamilton Institute, National University of Ireland. No ano de 2009 ocorreram visitas técnicas de professores das referidas universidades.

Cooperação com outras instituições:

Outra importante cooperação que vem se concretizando através de diversos projetos na área de Bioinformática, desde 2004, é com a FIOCRUZ. Atualmente, professores do Programa participam de um projeto apoiado pela FAPERJ intitulado "Usando a biologia de sistemas e grid para a identificação e análise de alvos para desenvolvimento de fármacos e diagnósticos". Outro projeto intitulado "Desenvolvimento e validação de um sistema integrado para Genotipagem de Protozoários Patogênicos Utilizando-se Genes Ortólogos", também envolve a Fiocruz e a UFRJ, foi iniciado em 2008 e tem duração de 2 anos.

Recentemente, o Programa firmou um convênio com o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) a fim de facilitar os trabalhos de cooperação entre docentes e discentes de ambas as Instituições.

Cooperação com o Estado:

O Programa, por meio do projeto "Laboratório de Aquisição e Difusão de Informações Epidemiológicas" (Edital FAPERJ - Grupos Emergentes de Pesquisa), promove uma solução completa de Tecnologia da Informação para o combate ao mosquito da dengue que tanto afeta o Estado do Rio de Janeiro. Este projeto ocorre em parceria com a Secretaria de Estado de Saúde e Defesa Civil do Rio de Janeiro (SESDEC), COPPE-UFRJ, PRODERJ e Corpo de Bombeiros.

Cooperação com as Forças Armadas:

O Programa participa de um convênio de cooperação entre o Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército (DCT) e o Parque Tecnológico de Itaipu, atra-

vés do projeto Robótica Móvel de Inspeção Automatizada - robôs móveis (dirigíveis) e veículos autônomos terrestres e subaquáticos.

Existe também uma colaboração direta com o Instituto de Biologia do Exército (IBEx) através da coordenação de estágio de alunos do IME e na orientação de dissertações de mestrado na área de Biologia Computacional e Sistemas. Os trabalhos envolvem o desenvolvimento de aplicações de Bioinformática para o acompanhamento e genotipagem do vírus HIV no efetivo do Exército Brasileiro.

O Programa se insere no contexto do Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro (PBCT) particularmente nos grupos de trabalho de Comando e Controle (CG2) e Segurança da Informação (GSI), onde vários professores realizam trabalhos e mantém uma ligação direta com os referidos grupos. Recentemente professores do Programa foram contemplados com recursos do PBCT para desenvolvimento de projetos de Pesquisa Básica.

A Seção mantém uma página na web (http://www.comp.ime.eb.br), com todos os dados sobre o Programa. Esta página contem referências para as linhas de pesquisa do programa, o corpo docente e os documentos usados no Programa (incluindo informação detalhada quanto ao processo de seleção). Além disso, esta página lista as dissertações já defendidas e possui uma referência para a Série de Monografias em Sistemas e Computação, editada pelo Programa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moura, A.M.C et al., O Ensino de Computação no Instituto Militar de Engenharia, Monografias em Sistemas e Computação, MSC 02, ISSN 1982, **2008**.

Salles, R.M. et al., Coleta de Dados – DataCAPES, Sistemas e Computação – 31007015009P3, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ***2008****.*

Schreyer, H. T., An Experimental Model of an Electronic Computer, IEEE Annals of the History of Computing, ***1990****, 12, 187.*

SE/8 – IME, Projeto Pedagógico dos Cursos de Pós-graduação: Sistemas e Computação, ***2007****.*

ENGENHARIA DE DEFESA: O MAIS NOVO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

*Roberto Ades[a], Paulo César Pellanda[a] e Itamar Borges Junior[*b].*

[a] Seção de Engenharia Elétrica (SE/3) – Instituto Militar de Engenharia (IME) – Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
[b]Seção de Engenharia Química (SE/5) – Instituto Militar de Engenharia (IME) – Praça General Tibúrcio, 80, CEP 22290-270 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro/RJ – Brasil.
**itamar@ime.eb.br*

ABSTRACT

It is presented the creation and development process of the Graduate Program in Defense Engineering (GPDE) of the Military Institute of Engineering. The conceptual bases of the Institute newest graduate Program are discussed. The main purpose of GPDE is to prepare human resources through high-level research in science and engineering according to an interdisciplinary approach and focus on defense questions.

RESUMO

É apresentado o processo de criação e de desenvolvimento do Pro- grama de Pós-graduação em Engenharia de Defesa (PGED) do Instituto Militar de Engenharia (IME). As bases conceituais do mais novo programa de Pós-graduação do IME também são discutidas. O principal objetivo do PGED é formar recursos humanos por meio de pesquisas em ciências e em engenharia de alto nível com caráter multi e interdisciplinar e o foco em questões de defesa.

Keywords: Graduate program; National defense; Dual research; Multidisciplinarity; Interdisciplinarity.

INTRODUÇÃO

O mais novo programa de Pós-graduação do Instituto Militar de Engenharia (IME), nos níveis de doutorado e mestrado, foi aprovado pelo Conselho Técnico-Científico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em dezembro de 2008. A história do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa (PGED) começa formalmente em 2005, a partir da determinação do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) do Exército (Brasil, 2005a), órgão de direção setorial ao qual o IME está subordinado, para o Instituto realizar um estudo com a finalidade de reorientar o foco das suas pesquisas e fortalecer a Pós-graduação. A ideia de um programa de Pós-graduação em ciências e engenharia,

aglutinando professores de programas distintos e voltado para assuntos de defesa, já circulava no IME havia algum tempo após ter sido lançada pelo Prof. Fernando Peixoto, então na Seção de Engenharia Química. Algumas discussões internas genéricas em torno da idéia avançaram no Instituto, fomentadas especialmente pela então Chefe da Subdivisão de Pós-graduação – SD/1, Professora Wilma de Araújo Gonzalez, cargo que corresponde ao de pró-reitor de Pós-graduação das universidades civis. Em 2005, uma das motivações para um programa de defesa foi a criação do Comitê Temático de Defesa no CNPq, dentro do qual os professores do IME, no final de 2004, foram contemplados com três projetos do Edital Universal, de um total de sete aprovados.

O Professor Itamar Borges Jr., recém nomeado para chefiar a SD/1 em junho de 2005, sucedendo a Professora Wilma, recebeu a incumbência do então Comandante do IME, General Ernesto Ribeiro Ronzani, de realizar um estudo sobre o estado da Pós-graduação do Instituto e propor alternativas para mudar especialmente o cenário de baixas avaliações e dispersão de esforços. Neste estudo foi mostrada a necessidade de aglutinar esforços em torno de um novo programa de Pós-graduação que, em consonância com as abordagens mais atuais das pesquisas científico-tecnológicas, tivesse caráter multi e interdisciplinar e pudesse alinhar melhor as pesquisas do IME com sua atividade-fim. Este novo programa se enquadraria no Comitê de Área Multidisciplinar da CAPES (atual Comitê Interdisciplinar) e poderia ter a participação de todos os professores do IME, uma vez que a CAPES autoriza a participação de docentes em até dois programas de Pós-graduação na mesma instituição.

Cabe destacar a importância das discussões iniciais sobre as bases conceituais do PGED com o Professor José Edimar Barbosa de Oliveira, primeiro Coordenador e criador do Programa de Pós-graduação em Pesquisas Operacionais (PPGAO) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), e com o então adjunto da Divisão de Ensino e Pesquisa (DEPq - IME), Major Armando Morado Ferreira. O Professor Edimar, em especial, esteve presente no Ministério da Defesa em dezembro de 2005 quando da primeira apresentação pública do PGED e no IME em 2006 quando da primeira visita da CAPES.

A proposta do PGED foi levada a todos os programas de Pós-graduação do IME, com reuniões entre o Chefe da SD/1, seu adjunto, Major Luis Alfredo Ventorini, e os professores. Como preparativo a estas reuniões, foi enviado pela SD/1 a cada programa de Pós-graduação, no dia 5 de agosto de 2005, um questionário de nove perguntas relativas à pesquisa, produção científica e tecnológica. Este questionário continha perguntas sobre a possível participação dos docentes do IME em um novo programa voltado para defesa e sobre a possibilidade da sua participação no prestes a ser lançado edital Pró-Defesa, iniciativa conjunta do Ministério da Defesa e da CAPES. O questionário e a proposta em si de um novo programa foram bem recebidos de maneira geral, especialmente pelos programas de Pós-graduação que só possuíam o nível de mestrado e vislumbraram a possibilidade de criar um programa com doutorado.

O trabalho da SD/1 resultou no estudo que propunha o PGED, submetido ao Comandante do IME no dia 21 de setembro de 2005 (Borges, 2005) e aprovado com pequenas revisões. A versão revisada foi enviada ao DCT no dia 31 de outubro. O Chefe da SD/1, em novembro daquele ano, apresentou a proposta de reestruturação da Pós-graduação e do novo Programa aos então Vice-Chefe e

Chefe do DCT, que estiveram no Instituto em ocasiões diferentes naquele mês. Em dezembro de 2005 o chefe do DCT, General Alberto Mendes Cardoso, aprovou a proposta do IME de criação do PGED. Neste mesmo mês, o Comandante do IME e o Chefe da SD/1 foram autorizados a comparecer ao Ministério da Defesa, em Brasília, para apresentar o novo programa em uma reunião com representantes das três Forças, organizada pelo Tenente-Coronel Pedro Paulo, que se entusiasmaram com a proposta do IME.

Um dos principais objetivos da criação do Programa seria a integração das várias áreas de Pós-graduação já existentes no IME, de maneira que as questões científico-tecnológicas voltadas para temas de interesse da Defesa Nacional, ou de caráter dual, pudessem ser tratadas de forma sistêmica, constituindo o cerne da formação dos mestres e doutores em Engenharia de Defesa.

A Portaria 030 do DCT, de 2 de maio de 2006, formaliza aprovação do novo curso de Pós-graduação no âmbito do Departamento. No âmbito do Exército, a criação do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa no IME foi autorizada pelas portarias números 124 e 126 do Estado-Maior do Exército, de 29 de agosto de 2006 (Brasil, 2006b). O funcionamento efetivo dos cursos de mestrado e de doutorado deste Programa teve início em fevereiro de 2007, inicialmente apenas no âmbito da lei de Ensino do Exército.

No dia 3 de maio de 2006 ocorre um marco crucial em Brasília na construção do PGED: o Comandante do IME e o Chefe da SD/1 foram recebidos pelo Presidente da CAPES, Professor Jorge de Almeida Guimarães, acompanhados de representante do Ministério da Defesa, quando foi apresentada uma minuta escrita do PGED na forma aprovada pelo DCT. Essa reunião, que contou com a presença do então Diretor de Avaliação da CAPES, Professor Renato Janine Ribeiro, despertou o entusiasmo do Professor Jorge com o novo programa proposto pelo IME, que já conhecia a ideia do Instituto criar um curso de Pós-graduação em Defesa, e que havia tomado conhecimento dessa última iniciativa por conversa com o Chefe da SD/1 durante o Fórum Nacional de Pró-reitores de Pós-graduação e Pesquisa (FOPROP), ocorrida em março de 2006, em Campinas. O Professor Jorge então determinou a análise desta minuta internamente na CAPES, no âmbito da Diretoria de Avaliação, o que levou à visita de uma comissão especialmente designada por aquele órgão para orientar o IME na consolidação de uma proposta do PGED a ser submetida a CAPES, o que será detalhado mais adiante.

A partir da criação do novo programa no âmbito do Exército, em junho de 2006 foi designado no IME o primeiro Coordenador do PGED, o Major Paulo César Pellanda. Começava naquele momento uma etapa decisiva do PGED: o novo programa deveria evoluir do formato aprovado pelo Exército para um programa com todas as características de excelência de um programa de Pós-graduação acadêmico. Este objetivo só poderia ser atingido com forte participação dos docentes do IME nos debates e na consolidação da proposta a ser submetida à CAPES. Os debates, iniciados de fato em 2006, contaram com grande participação docente, foram dirigidos pelo Coordenador do PGED e pelo Chefe da SD/1, e levaram à formulação de uma proposta mais avançada do programa (Borges, 2006) no formato do formulário do Aplicativo de Proposta de Cursos Novos (APCN) da CAPES. A nova versão do projeto do PGED foi entregue pessoalmente ao Professor Jorge na

CAPES, em novembro de 2006, em Brasília. Os detalhes da evolução posterior do PGED serão discutidos mais adiante neste artigo, mas antes cabe contextualizar as ideias que fundamentam o novo programa.

PÓS-GRADUAÇÃO E DEFESA NACIONAL

Em um contexto mais amplo, sabe-se que as atividades de pesquisa científico-tecnológica e de inovação são hoje componentes fundamentais da presença atuante e autônoma de uma nação, como também da agregação de valor a produtos e processos, com reflexos diretos nas possibilidades de inserção competitiva de um país no mercado mundial. O desenvolvimento científico e tecnológico tornou-se um fator determinante na geração de renda e na promoção de bem estar social. Não por acaso, muitas nações se referem à C&T como uma questão de poder, capaz de dividir o mundo entre os países produtores de conhecimentos e tecnologias e aqueles que, no máximo, conseguem copiá-las. Mais especificamente, no âmbito da Defesa Nacional, a postura estratégica predominantemente dissuasória adotada pelo Estado brasileiro (Brasil, 2005b; Brasil, 2008) apoia-se fortemente na componente tecnológica, na medida em que esta se torna, cada vez mais, o fator determinante na comparação da capacidade militar de defesa das nações. Neste sentido, fomentar pesquisa científico-tecnológica e inovação na área de defesa constitui um eixo fundamental da soberania do País e da preservação de seus legítimos interesses.

Contudo, há no âmbito internacional, em relação às questões de defesa, acordos, tratados, convenções e regimes de controle de fluxo de conhecimento científico e de tecnologias sensíveis. Estes controles visam conter a proliferação de armas de destruição em massa e dos seus meios de lançamento e têm tido reflexos nas áreas econômica, científica e tecnológica e de defesa dos países signatários, especialmente daqueles menos desenvolvidos. Por sua vez, os países desenvolvidos acabam se valendo destes instrumentos multilaterais para impedir o acesso dos países emergentes a conhecimentos científicos e tecnologias consideradas críticas.

Em particular, a Resolução 1540, de 28 de abril de 2004, do Conselho de Segurança das Nações Unidas (UN, 2004), estendeu os controles às denominadas tecnologias duais que pudessem ser aplicadas na proliferação de armas químicas, biológicas, nucleares e nos seus meios de lançamento. Sem dúvida, estabeleceu-se um espectro de controle que, uma vez implantado em sua totalidade, gerará dificuldades consideráveis para aquisição, pesquisa básica e desenvolvimento dos itens contidos nesta lista ou de alguma forma relacionados.

Paralelamente à questão dos regimes de controle, o Brasil tem desempenhado um papel importante no cumprimento de diversas missões de paz da ONU. Somente nos últimos anos, o Exército Brasileiro esteve presente nos conflitos de Moçambique, Angola, Timor Leste e Haiti. Existe, assim, a necessidade de reaparelhamento da Força Terrestre com materiais de emprego militar mais modernos e eficientes, o que requer também um direcionamento para a formar recursos humanos especializados e capacitados para o desenvolvimento e a realização de pesquisas com este objetivo.

O aumento da demanda por qualificação de alto nível na área de defesa se tor-

na evidente também pela sofisticação dos sistemas de combate que se apresentam nos cenários de conflitos atuais, especialmente no Oriente Médio e na Península Balcânica, bem como nos cenários para o futuro (Ferreira, 2004). Acrescente-se a isto um aspecto intrínseco aos sistemas de defesa, a saber, o cada vez maior caráter inter e multidisciplinar do conhecimento associado a tais sistemas (Acocella, 2004).

Em vista do exposto, faz-se necessário que o avanço científico-tecnológico brasileiro também dê suporte à consolidação do Brasil como potência emergente no cenário global. Assim, o Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa do IME visa, a partir de uma formação fortemente assentada na pesquisa básica de qualidade, com inserção internacional e caráter inter e multidisciplinar, preencher essa demanda nacional de pessoal altamente qualificado e especializado nas áreas de ciências e engenharias, contribuindo o esse novo papel reservado ao Brasil no cenário geopolítico mundial. No entanto, em contraste com a realidade internacional descrita, na esfera nacional, a indústria de defesa diminuiu consideravelmente o seu tamanho e importância ao longo dos anos oitenta e noventa.

Adicionalmente, a necessidade de vigilância e defesa do nosso território de dimensões continentais, em especial da cobiçada região amazônica, leva a uma crescente conscientização da importância da área científico-tecnológica para a soberania e segurança nacionais. Do mesmo modo, pode-se citar a necessidade de defesa e soberania na área denominada Amazônia Azul, que engloba a zona economicamente exclusiva, onde estão localizadas as reservas de petróleo da camada do pré-sal.

Deve-se ressaltar que historicamente nos países do primeiro mundo o desenvolvimento industrial e as novas descobertas tecnológicas estão intimamente associados com a existência de uma forte indústria de defesa – não existe exceção conhecida. Este contexto tem levado as instituições federais de fomento à pesquisa e à inovação tecnológica brasileiras a uma série de iniciativas fundamentais no sentido de mudar o quadro atual de estagnação da indústria de defesa no Brasil.

Um exemplo dessas iniciativas é a Política de Defesa Nacional (Brasil, 2005b), lançada em junho de 2005 pelo Ministério da Defesa. Neste documento estabelece-se o caráter preventivo e dissuasório da política de defesa nacional, conforme o seguinte trecho, que menciona "(...) valorização da ação diplomática como instrumento primeiro de solução de conflitos e em postura estratégica baseada na existência de capacidade militar com credibilidade, apta a gerar efeito dissuasório e estende, naturalmente, à área de defesa e segurança regionais".

No que concerne à capacitação científica e tecnológica das Forças Armadas, o núcleo da Política de Defesa define que "O fortalecimento da capacitação do País no campo da defesa (...) deve ser obtido com o envolvimento permanente dos setores governamental, industrial e acadêmico, voltados à produção científica e tecnológica e para a inovação. O desenvolvimento da indústria de defesa, incluindo o domínio de tecnologias de uso dual, é fundamental para alcançar o abastecimento seguro e previsível de materiais e serviços de defesa".

O documento sobre a Política de Defesa Nacional apresenta ainda diretrizes das quais se destacam aquelas que afetam mais diretamente a Pós-graduação do IME, quais sejam:

− “estimular a pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e a capacidade de produção de materiais e serviços de interesse para a defesa;

− intensificar o intercâmbio das Forças Armadas entre si e com as universidades, instituições de pesquisa e indústrias, nas áreas de interesse de defesa;

− criar novas parcerias com países que possam contribuir para o desenvolvimento de tecnologias de interesse da defesa.”

A Estratégia Nacional de Defesa, lançada pelo Governo Federal em 2008 (Brasil, 2008), reforça ainda mais as mesmas ideias:

−“(...) A primeira prioridade do Estado na política dos três setores estratégicos será a formação de recursos humanos nas ciências relevantes. Para tanto, ajudará a financiar os programas de pesquisa e de formação nas universidades brasileiras e nos centros nacionais de pesquisa e aumentará a oferta de bolsas de doutoramento e de pós-doutoramento nas instituições internacionais pertinentes. Essa política de apoio não se limitará à ciência aplicada, de emprego tecnológico imediato. Beneficiará, também, a ciência fundamental e especulativa.”;

−“(...) O futuro das capacitações tecnológicas nacionais de defesa depende mais da formação de recursos humanos do que do desenvolvimento de aparato industrial. Daí a primazia da política de formação de cientistas, em ciência aplicada e básica, já abordada no tratamento dos setores espacial, cibernético e nuclear.”

A proposta do PGED é uma iniciativa inovadora, plenamente capacitada para responder e liderar a superação das supracitadas dificuldades para a Defesa Nacional. Além disto, como no Brasil, em 2003, a taxa de formação de doutores (doutores formados por ano por 100 mil habitantes) era 7 vezes menor do que na Alemanha e 3 vezes menor do que na Coreia do Sul (Brasil, 2004) e apenas 13% dos doutores formados de 2001 a 2003 são oriundos das áreas de engenharias e de computação, enquanto na Coreia esse número chega a 70%, a iniciativa deste novo programa de Pós-graduação em nível de doutorado e mestrado certamente contribuirá para a superação de tamanha desvantagem pelo “desenvolvimento da capacidade de neutralização da superioridade tecnológica de forças armadas de possíveis oponentes” (Acocella, 2006).

A atenção dada atualmente à área de defesa no meio nacional também se reflete em outras iniciativas. Entre elas, destacam-se a criação do próprio Ministério da Defesa, da CMID - Comissão Militar da Indústria de Defesa (Portaria no 611 do Ministério da Defesa, de 12 de maio de 2005) da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa da FINEP com o seu Fundo Setorial de Defesa e Segurança. Em particular, em 2005, os Ministros da Educação e da Defesa assinaram portaria interministerial para a criação do Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional (Pró-Defesa). No âmbito deste Programa, a CAPES lançou edital para custeio de projetos para promover a formação de mestres e doutores na área. O Pró-Defesa visa fomentar a criação de cursos de mestrado e doutorado na área e interação entre duas ou mais instituições. O pré-requisito para participação é a existência de cursos de Pós-graduação credenciados pela CAPES. Naquele edital, pesquisadores do IME submeteram 16 projetos (de um total de 42), uma amostra da variedade e alcance das pesquisas

na área de defesa realizadas no Instituto. Todos os projetos submetidos pelo IME foram julgados meritórios, conforme informação do Ministério da Defesa. O IME teve três projetos contemplados, de um total de doze projetos aprovados no Edital, dos quais seis eram de ciências e engenharia e os outros seis de ciências sociais. Na segunda edição do Pró-Defesa em 2008 o IME teve todos os cinco projetos submetidos contemplados, o que confirma o acerto da criação do PGED e a vocação do Instituto para o ensino e pesquisa em defesa.

Já no primeiro Edital Universal/CNPq que incluiu o novo Comitê Temático de Defesa (CT-Defesa), em 2004, de um total de sete projetos aprovados da área, três foram do IME, como mencionado na Introdução. No Edital Universal/CNPq, em 2006, dois dos quatro projetos selecionados pelo CT-Defesa foram do IME, sendo os únicos na área de ciências e engenharia. Além disto, naquela época o IME contou com três bolsistas de produtividade em pesquisa do então Comitê de Defesa, infelizmente extinto recentemente pelo CNPq.

O PROCESSO DE CRIAÇÃO DO PGED

Dada a importância do Exército Brasileiro no cenário de Defesa Nacional e a relevância dos programas de Pós-graduação do IME nas ações relativas à C&T no âmbito da Força Terrestre, observou-se a necessidade de orientação dos cursos e pesquisas de forma mais efetiva, sistêmica e integrada para a área de defesa, embora este tema já fosse tratado de forma isolada nos outros programas de Pós-graduação do Instituto. A pesquisa científico-tecnológica em questões de defesa é uma vocação natural do IME e, por isso, se torna uma alternativa evidente nesse contexto. Ademais, o Exército encontra-se em situação vantajosa para contribuir nessa área, por possuir uma expressiva massa de pesquisadores militares e civis capacitados, bem como por contar com um fluxo contínuo de renovação desses quadros.

A proposta do PGED veio, então, ao encontro desses anseios e também das "Diretrizes de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional (C,T&I)", preconizadas numa concepção estratégica estabelecida conjuntamente em 2003 pelos Ministérios da Defesa e da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2003). Um dos objetivos destas diretrizes era criar condições para a integração das atividades de C,T&I das Forças Armadas com o Sistema Nacional de C&T. Em particular, outro objetivo da diretriz era a estruturação de um sistema de C,T&I de interesse da Defesa Nacional, bem como a identificação de temas e programas estratégicos para a área.

A iniciativa de propor a criação do PGED no IME, para posterior aprovação da CAPES, foi uma ação concreta no sentido de fomentar a formação de recursos humanos especializados nesta área estratégica de interesse nacional. A integração desse novo programa ao Sistema de Pós-graduação Nacional, sujeitando-o à avaliação de um comitê de área da CAPES que contemple as especificidades desta proposta inter e multidisciplinar, é também de fundamental importância para a obtenção da excelência requerida nas atividades de ensino e de pesquisa do IME.

Como descrito na Introdução, houve um processo de debates com o corpo docente do IME, intensificado em 2006, de maneira a estabelecer a estrutura do

novo programa, levando à definição das Áreas de Concentração (AC) e Linhas de Pesquisa (LP) do curso. A proposta inicial consistia de um Programa que pudesse englobar toda a Pós-graduação do Instituto, o que levou a uma estrutura com três Áreas de Concentração, sendo cada uma delas composta por três Linhas de Pesquisa, como pode ser visto a seguir:

AC1 - Ciências Aplicadas à Defesa
• LP1.1 - Materiais e Processos
• LP1.2 - Bioengenharia
• LP1.3 - Defesa Química, Biológica e Nuclear

AC2 - Sistemas de Defesa
• LP2.1 - Mecatrônica e Sistemas de Armas
• LP2.2 - Sistemas de Comunicações
• LP2.3 - Informação e Inteligência

AC3 - Infraestrutura para a Defesa
• LP3.1 - Logística e Construção
• LP3.2 - Energia e Meio Ambiente
• LP3.3 - Gestão de C&T

A consolidação da proposta mencionada se deu ao longo de 2006 (Borges, 2006), após calorosos debates coordenados pela SD/1 e pelo primeiro Coordenador do PGED.

No que tange à estrutura acadêmica do Instituto, ele é subdividido em Seções de Ensino, correspondentes às áreas disciplinares do ensino de graduação em engenharia. Atualmente, existem oito Seções de Ensino:

• SE/1 - Seção de Ensino Básico
• SE/2 - Seção de Engenharia de Fortificação e Construção
• SE/3 - Seção de Engenharia Elétrica
• SE/4 - Seção de Engenharia Mecânica e de Armamento
• SE/5 - Seção de Engenharia Química
• SE/6 - Seção de Engenharia Cartográfica
• SE/7 - Seção de Engenharia Nuclear
• SE/8 - Seção de Engenharia de Computação

As Seções de Ensino podem agregar cursos de graduação e de Pós-graduação. Assim, por exemplo, a SE/3 em 2006 apresentava cursos de graduação em Engenharia Elétrica, Eletrônica e de Comunicações e um curso de mestrado stricto-sensu em Engenharia Elétrica. Já a SE/4 apresentava dois cursos de graduação, Engenharia Mecânica e de Automóveis e Engenharia Mecânica e de Armamento, bem como um programa de Pós-graduação em Ciência dos Materiais, níveis mestrado e doutorado, e um curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, nível mestrado.

Em função da estrutura organizacional existente, houve certa dificuldade ini-

cial na consolidação das linhas de pesquisa multidisciplinares do PGED. Esta dificuldade já foi amplamente superada, e as perspectivas são de integração cada vez maior das pesquisas no âmbito do PGED.

Em 13 de julho de 2006, em consequência da visita ocorrida em maio ao Presidente da CAPES em Brasília, o IME recebeu uma comissão de consultores da CAPES, formada pelos Professores Vahan Agopyan – USP (Engenharias I), Maurício Leonardo Torem – PUC-RJ (Engenharias II), Nei Yoshihiro Soma – ITA (Engenharias III), Angelo da Cunha Peixoto – UFRJ (Química) e Weiler Finamore – CETUC-PUC/RJ (Engenharias IV), com a finalidade de dar suporte à Instituição na construção da proposta do PGED. A visita dos consultores foi importante para o esclarecimento de dúvidas, consolidação da proposta e para mostrar ao público interno o apoio da Presidência da CAPES à construção do novo Programa. Existia ainda a dúvida se a proposta do PGED seria submetida à CAPES pelos caminhos normais ou se poderia seguir outro caminho, tendo em vista a relevância do Programa para o Exército Brasileiro e para o País. Por ocasião da nova visita do Comandante do IME e do Chefe da SD/1 ao Presidente da CAPES em novembro de 2006 para entregar a proposta completa do PGED, construída segundo as exigências daquele órgão, foi deixado claro que o novo programa deveria ser submetido à CAPES da mesma forma que qualquer outra proposta de curso novo de Pós-graduação.

Assim, por orientação da CAPES, a proposta do PGED foi submetida pelos canais normais em março de 2007, por meio do formulário eletrônico Aplicativo de Proposta de Curso Novo (APCN). Embora fosse uma proposta ambiciosa, foi indicado no texto daquela submissão que o IME somente iniciaria apenas três das nove linhas de pesquisa propostas até a aprovação oficial dos níveis de mestrado e doutorado pela CAPES. Nesta ocasião, os primeiros alunos do PGED iniciavam o curso. Estes alunos foram três oficiais engenheiros militares, designados pelo Exército para cursar o PGED, sendo dois deles para o doutorado e um para o mestrado. Além deles, existiam mais quatro alunos, sendo um deles civil, iniciando o doutorado, e mais três oficiais da reserva iniciando o mestrado. O aluno civil havia recém terminado o mestrado em engenharia elétrica no IME.

Em agosto de 2007 a CAPES divulgou a lista dos novos cursos credenciados. Infelizmente, a proposta do PGED havia sido recusada, tendo recebido o conceito 1. O conceito mínimo para o funcionamento de um curso de mestrado credenciado é 3, enquanto para o doutorado é 4. Por outro lado, o conceito máximo para um curso de mestrado é 5, enquanto para o doutorado é 7, sendo que neste último caso o curso deve apresentar, entre outros critérios, inserção internacional.

O conceito atribuído naquela ocasião foi justificado em um relatório da comissão que avaliou a proposta do programa. Este relatório é enviado pela CAPES para a pró-reitoria da instituição que submeteu a proposta, cabendo recurso sobre a avaliação do programa no prazo de 30 dias a partir do seu recebimento. A crítica mais importante à proposta, evidenciada no relatório, dizia respeito à suposta falta de foco do programa em razão da grande amplitude e número de áreas no novo programa. Outras questões foram citadas, em sua maioria aparentemente relacionadas com a falta de entendimento da proposta por parte dos consultores da CAPES. O IME submeteu um recurso à CAPES em 30 de agosto de 2007, que

foi recusado, mas indicou nova visita didática. Esta visita ocorreu nos dias 30 e 31 de outubro de 2007, a comissão tendo sido formada pelos Professores Augusto César Noronha Rodrigues Galeão – LNCC e Antonio José da Silva Neto – UERJ, consultores do Comitê Interdisciplinar, e teve a finalidade de dirimir dúvidas sobre a proposta recusada.

A referida comissão, ao longo de dois dias, realizou reuniões com os docentes, com a coordenação do curso, com o Chefe da SD/1 e com o Comandante do IME, além de visitar os principais laboratórios relacionados com o curso. Muitas orientações esclarecedoras foram fornecidas. Ao final da visita, os consultores novamente expressaram preocupações com o foco do curso proposto e com o fato do IME manter uma quantidade de cursos de Pós-graduação relativamente grande em relação ao número total de docentes. Como os docentes previstos para atuar no PGED também participavam de outros cursos de Pós-graduação do IME, tal situação poderia comprometer a consolidação do próprio PGED e até mesmo dos demais cursos de Pós-graduação em funcionamento no Instituto.

Em 18 de dezembro de 2007 o IME recebeu por escrito o relatório sobre o recurso submetido. Este relatório mantinha a avaliação divulgada em agosto de 2007. Na ocasião, o público interno começou a ter dúvidas com relação ao futuro do PGED, tendo em vista que a proposta não havia sido aprovada pela CAPES. A manutenção do curso apenas com a autorização do Exército Brasileiro seria improvável, pois a captação de alunos estaria restrita a oficiais da ativa. Os alunos civis, que complementariam o corpo discente do curso e estariam aptos a trabalhar em pesquisas de caráter dual, já não poderiam ser aceitos em função do não credenciamento do curso junto à CAPES. A possibilidade de invocar parecer do Conselho Nacional de Educação para reconhecer cada diploma emitido no PGED em universidade com curso similar credenciado, a exemplo de diplomas de Pós-graduação obtidos no exterior, não era considerada solução viável.

De fato, não receber novos alunos civis foi uma das primeiras medidas tomadas em dezembro de 2007, uma vez que o processo seletivo para ingresso de civis e militares da reserva no primeiro período letivo de 2008 encontrava-se em andamento. A decisão tomada foi de que apenas militares designados pelo Exército ingressariam no PGED em 2008. Assim, foram selecionados seis militares, que iniciaram o curso em fevereiro daquele ano, sendo quatro no doutorado e dois no mestrado.

No período de 12 a 14 de novembro de 2007 foi realizado no IME o I Workshop de Integração para o PGED (WI-PGED'07). O encontro foi coordenado pelo Chefe da SD/1 e pelo Coordenador do PGED e foi organizado por uma comissão composta por professores das diversas seções de ensino do Instituto. O WI-PGED'07 foi realizado por iniciativa dos docentes e pesquisadores do IME e teve como objetivo a divulgação interna das atividades de pesquisa para iniciar um processo de integração e promover o desenvolvimento de pesquisas multi e interdisciplinares. Durante o encontro foram apresentados 48 resumos de pesquisas e projetos desenvolvidos. A efetiva participação de um grande número de docentes e a decisão tomada de continuar o processo de discussão e integração no ano de 2008 confirmaram o sucesso do evento. A integração buscada, quando possível e viável, certamente contribuiria para o fortalecimento do PGED e da Pós-graduação no IME.

No início de fevereiro de 2008, o General Emílio Carlos Acocella, então Comandante do Instituto, reuniu os docentes da Pós-graduação, comentou as críticas recebidas da CAPES e fez uma apresentação sobre uma nova perspectiva de reorganização dos cursos, cuja elaboração inclui consultas ao Chefe da SD/1. Um dos aspectos analisados referia-se ao escopo do PGED, que deveria ser mais bem focalizado em determinadas áreas, conforme recomendação da CAPES. Esta apresentação sinalizou o aval do Comando do IME para a submissão de uma nova proposta para o PGED.

Para isso, foi formada uma comissão de sete docentes, incluindo o novo coordenador do PGED, Major Roberto Ades. A comissão seria responsável pela elaboração da nova proposta e o Chefe da SD/1 do IME seria o seu revisor, já que este havia participado diretamente, em conjunto com o primeiro Coordenador do PGED, da confecção da proposta anterior e por esta razão, e por sua experiência como pró-reitor, poderia fornecer importantes sugestões e subsídios.

O prazo disponível para elaboração e submissão da nova proposta era de apenas 40 dias. Ainda assim o trabalho pôde ser realizado, pois havia a proposta original disponível, os pareceres da CAPES e a experiência adquirida com a primeira recusa.

Pela natureza interdisciplinar da proposta, os docentes que formavam a comissão eram de formações variadas em engenharia, quer seja, um de eletrônica, dois de telecomunicações, um de mecânica, um de cartografia, um de química e um de computação, além do revisor, um físico. Procurou-se, assim, dar representatividade para as áreas de pesquisa que seriam sugeridas na nova proposta do PGED.

A comissão rediscutiu a proposta do PGED, buscando acentuar o caráter interdisciplinar da proposta original, o que levou a sugestão de apenas uma nova área de concentração com três linhas de pesquisa. Um novo conjunto de disciplinas e projetos temáticos foi sugerido, sempre levando em conta a multidisciplinaridade. Por fim, realizou-se um estudo para determinar o número e os nomes dos docentes que seriam convidados a participar do PGED. Como o foco do curso foi modificado em relação à proposta anterior, parte dos docentes inicialmente envolvidos não integraram o corpo docente da nova proposta.

A nova proposta do PGED foi submetida à CAPES no final de março de 2008. Em agosto de 2008 o IME recebeu a resposta, sendo aprovado somente o curso de mestrado do PGED com conceito 3. Embora comemorada, tal aprovação trouxe preocupações em relação ao futuro do Programa. Alguns questionamentos internos começaram a surgir acerca das vantagens de se ter mais um curso de mestrado dentro do IME. Estas dúvidas poderiam comprometer o futuro do PGED, pois alguns docentes já não viam vantagens em atuar no novo curso.

A partir da análise do relatório fornecido pela CAPES sobre a avaliação do PGED, foi possível submeter um recurso em setembro de 2008, redigido pelo chefe SD/1 com sugestões de membros da comissão que preparou a proposta, esclarecendo todas as questões levantadas. Finalmente, em 15 de dezembro de 2008, o CTC da CAPES aprovou o credenciamento do PGED em nível de doutorado com conceito 4. O PGED é o primeiro programa de Pós-graduação do IME com grande foco em engenharia em nível de doutorado.

AS CARACTERÍSTICAS DO PGED

Nas últimas décadas, o mundo presenciou uma série de conflitos, nos quais ficou demonstrado o crescente aumento do nível de complexidade dos aparatos tecnológicos utilizados. O desenvolvimento destes equipamentos envolve a integração de conhecimentos científicos e tecnológicos de várias áreas das engenharias e ciências, aparentemente bastante afastadas. Além disto, as fronteiras disciplinares limitam o entendimento e a proposição de soluções abrangentes. Em face desta complexidade, exige-se uma nova concepção para formar recursos humanos em nível de Pós-graduação, baseada em princípios como a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade. O primeiro está relacionado com a possibilidade de pesquisadores com formações disciplinares distintas trabalharem conjuntamente em torno de um único tema, cada qual utilizando sua cultura. Já o segundo, está relacionado com a perspectiva da geração de uma nova cultura em certa área do conhecimento, em função da transferência de métodos e ferramentas de várias áreas. O desenvolvimento dessa nova cultura acarretará o avanço das fronteiras da ciência e da tecnologia voltadas, no caso, para a área técnico-científica de defesa, bem como para a formação de recursos humanos especializados. A conceituação discutida foi baseada no documento de Área do Comitê Multidisciplinar da CAPES. Neste contexto, pode-se definir a Engenharia de Defesa como (Pellanda, 2008): "a área da engenharia que trata de todos os ramos relacionados à indústria de defesa e aos sistemas de defesa. É um empreendimento multi e interdisciplinar que se desenvolve em um ambiente transdisciplinar, integra conhecimentos originários de engenharias, física, química, biologia e ciência dos materiais e se configura como uma área complexa que engloba aspectos de análise e síntese relativos ao desenvolvimento, projeto, otimização, integração, certificação, avaliação, operação e logística de sistemas aplicados à defesa. Assim, a Engenharia de Defesa integra conhecimentos de vários ramos da Engenharia e das Ciências, com foco na pesquisa básica e aplicada voltadas para o desenvolvimento de sistemas de defesa."

Os sistemas de defesa são, em seus variados aspectos, objetos da Engenharia de Defesa e compreendem todos os aparatos tecnológicos capazes de defender uma região ou a soberania de um país frente a uma ameaça externa. Ficou estabelecido que, no âmbito da Engenharia de Defesa do IME, seriam estudados os sistemas de defesa segundo três prismas básicos: o terreno, o fluxo de informações e os sistemas de armas. Um sistema de armas é um instrumento de combate capaz de desempenhar uma missão militar operando como uma entidade singular, englobando o pessoal e todos os elementos necessários, como equipamentos, técnicas operativas, instalações e serviços de apoio.

Assim, as escolhas da AC e das LP da proposta de 2008 foram baseadas nos seguintes critérios:

− áreas de interesse do Exército Brasileiro, estabelecidas no Plano Básico de C&T (PBCT) 2007-2010 (BRASIL, 2006);

− competências estabelecidas no IME dentro dos cursos de Pós-graduação existentes, especialmente aqueles somente com mestrado;

− recursos humanos docentes disponíveis e interessados.

Dessas forma, a Área de Concentração e as Linhas de Pesquisa foram estabelecidas do seguinte modo:

AC - Engenharia de Defesa
• LP1 - Comunicações e Inteligência em Sistemas de Defesa
• LP2 - Mecatrônica e Sistemas de Armas
• LP3 - Modelagem e Simulações em Sistemas de Defesa

A LP1 engloba os projetos ligados com comunicações militares, bem como os aspectos científicos e tecnológicos na obtenção, análise, processamento e emprego de dados para geração de subsídios em ações de inteligência dos órgãos ou agentes de defesa. No escopo desta LP se enquadram os aspectos de integração das soluções que envolvem eletrônica, em especial voltada para comunicações e tratamento da informação nos sistemas de armas e outros sistemas de defesa. Dentre os assuntos de interesse se destacam os temas de pesquisa relacionados com a modernização de rádios HF para comunicações militares, tecnologias ópticas confinadas e de espaço livre para redes estratégicas, ferramentas computacionais e infraestrutura de redes de telecomunicações para apoio a ações de C3I (Comando, Controle, Comunicações e Inteligência), dispositivos e técnicas para Guerra Eletrônica e processamento de sinais de voz com foco em segurança da informação.

A LP2 está relacionada com as diversas etapas da concepção de um sistema de armas, seja nos aspectos mais abrangentes, seja naqueles mais específicos como o controle de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) ou como o planejamento de sua missão. Essa LP engloba os projetos e pesquisa nas áreas de armamento, mecânica estrutural, sistemas de controle automático, navegação geodésica global e inercial, guiamento, dinâmica de sistemas, instrumentação, processamento de sinais, filtragem, propulsão, balística e demais assuntos correlatos.

A LP3 lida com o emprego de métodos numéricos, modelos matemáticos, algoritmos computacionais avançados e computação de alto desempenho, investigando aspectos fundamentais de fenômenos físicos, químicos, biológicos e geográficos relacionados aos Sistemas de Defesa estudados nas demais LP. Destacam-se os seguintes assuntos nesta LP: modelagem digital de superfícies, visualização de cenários virtuais, processamento e interpretação de imagens, representação de fenômenos de limites indeterminados, navegação e posicionamento, simulação e análise de desempenho de sistemas de comunicações estratégicos e táticos, simulações da físico-química de materiais energéticos e desativadores de substâncias organofosforadas e simulação de fenômenos que envolvam defesa e segurança pública.

Para dar suporte a essas LP, foi inicialmente proposto um rol de 28 disciplinas, sendo duas obrigatórias de caráter formativo, cinco disciplinas básicas de formação matemática e ainda, sete disciplinas específicas para cada LP. Uma das disciplinas obrigatórias, denominada Ciência e Tecnologia em Sistemas de Defesa, consiste em um ciclo de palestras que proporciona aos discentes do Programa uma formação cultural na área de defesa e tem duração de um ano.

O caráter multidisciplinar das disciplinas propostas fica evidenciado em três aspectos:

− pelo próprio conteúdo que foi proposto;

− pelo fato de docentes com áreas de formação diferentes ministrar a mesma disciplina em oportunidades distintas. Por exemplo, a disciplina Sinais e Sistemas foi oferecida por um docente oriundo da Elétrica em 2009/1 e por outro da Mecânica no período seguinte, em 2009/2.

− pelo fato de algumas disciplinas serem compartilhadas por docentes com formações disciplinares distintas. Por exemplo, a disciplina Matemática Aplicada foi ministrada em 2009/2 por dois docentes, sendo um da Química e outro da Mecânica.

Através dessas estratégias, os discentes do PGED têm a possibilidade de vivenciar o mesmo conhecimento sob diversos prismas, o que é bastante importante para a formação profissional e para a proposta do curso.

Com relação ao corpo docente, a segunda proposta do PGED contou com 22 docentes do IME e um colaborador externo, sendo todos com a titulação de doutor ou equivalente. Os critérios para escolha dos docentes estavam relacionados com a produtividade acadêmica, com a experiência profissional e com a possibilidade de atuar nas linhas de pesquisa propostas. Levou-se também em conta a necessidade de equilíbrio do número de docentes em cada linha de pesquisa. As áreas de formação dos docentes encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Áreas de formação disciplinar dos docentes do PGED.

Área de formação	Quantidade
Eng. Eletrônica	3
Eng. Elétrica	2
Eng. Telecomunicações	6
Eng. Mecânica	5
Eng. Computação	3
Eng. Cartográfica	2
Eng. Química	1
Física	1

A infraestrutura do PGED abrange laboratórios já existentes em várias seções de ensino do IME, além de outros em fase final de construção. Estes novos laboratórios estão sendo financiados por verbas orçamentárias, da FINEP e de outros órgãos de fomento.

Pelas peculiaridades do Programa proposto, espera-se que os candidatos ao curso tenham graduação na área de ciências exatas. O corpo discente do Programa em 2011 conta com 31 alunos, sendo 9 de mestrado e 22 de doutorado. As duas primeiras teses de doutorado do PGED foram defendidas com sucesso em fevereiro de 2011.

Os temas de pesquisa do PGED devem ser multidisciplinares, sendo bastante desejável que o discente possua dois orientadores com formações disciplinares distintas. É importante mencionar que a comissão de oito docentes que deu sustentação à elaboração desta última proposta hoje compõe o Conselho do PGED. Todas as decisões importantes relacionadas com o futuro do Programa são discutidas no âmbito deste Conselho.

Os laboratórios multidisciplinares para uso exclusivo do Programa já estão em construção e deverão funcionar em conjunto com os já existentes. O Programa

já tem uma sala de aula exclusiva, e outras serão providenciadas. Cabe destacar que, funcionalmente, o PGED está ligado diretamente à Subdivisão de Pós-graduação. Desta forma, preserva-se o caráter multidisciplinar e transversal do Programa às seções de ensino do Programa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos o caminho percorrido para implementar o Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa (PGED) do Instituto Militar de Engenharia. Trata-se de um curso inédito no País e com enfoque multi e interdisciplinar, voltado para aplicações e desenvolvimentos cientifico-tecnológicos em técnicas em Sistemas de Defesa. O PGED integra também o primeiro curso de doutorado do IME com grande foco em engenharia. Uma discussão mais aprofundada sobre os aspectos principais da fundamentação, do conceito e da estrutura do PGED, como também do seu caráter inter e multidisciplinar e da sua contextualização , foi apresentado neste artigo.

É importante observar que a proposta atual do PGED foi o fruto do amadurecimento de um processo iniciado em 2005, moldada pelas inúmeras sugestões e críticas recebidas, internas ou externas, assim como pelas características da Instituição e condições disponíveis. O desempenho do IME nos últimos anos em editais que contemplaram a área de Defesa foi também um fator importante na consolidação dessa proposta inovadora para a Pós-graduação nacional, combinando engenharia, ciências e defesa.

Uma consequência importante da existência do PGED foi a criação de um curso de extensão em Engenharia de Defesa em conjunto com ao Núcleo de Estudos Estratégicos da Universidade Federal Fluminense (UFF) e com a Associação Brasileira das Indústrias de Defesa e Segurança (ABIMDE). Este curso teve de 2010 duas edições de cinco dias, ocorridas no IME, e há previsão de outras edições. Vislumbra-se que este curso no futuro venha a se tornar uma especialização ou mesmo um mestrado profissional, complementando assim o papel do PGED.

A visão de futuro do PGED se baseia na consolidação do Programa, com o recredenciamento do corpo docente segundo os parâmetros do Comitê Interdisciplinar da CAPES, com vistas ao aumento do conceito da avaliação e o estabelecimento de inserção internacional. Dentre as possíveis perspectivas, destaca-se a criação de novos projetos de pesquisa, envolvendo professores de áreas disciplinares distintas, processo já em andamento devido ao ambiente de interação multidisciplinar proporcionado pelo Programa.

Conforme relatado neste artigo, algumas conquistas já foram alcançadas, mas ainda resta um longo processo de consolidação do curso, o que se espera tenha lugar nos próximos anos. E mais uma vez, o IME confirma o pioneirismo de suas ações ao criar o PGED, programa de Pós-graduação inédito no Brasil e sem similar conhecido no mundo, contribuindo assim para o aumento do poder dissuasório do País pelo avanço científico-tecnológico e pela formação de recursos humanos do mais alto nível.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos ex-comandantes do IME, General Ernesto Ribeiro Ronzani e General Emilio Carlos Acocella, e ao atual comandante, General Amir Elias Abdalla Kurban, pelo grande e indispensável apoio prestado à criação e consolidação do PGED.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acocella, E. C.; Áreas de conhecimento tecnológico de interesse do Exército Brasileiro; Monografia (Especialização) - Curso de Política Estratégia e Altos Estudos Militares, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército: Rio de Janeiro, ***2004****.*

Acocella, E. C.; A Postura estratégica Dissuasória e os Objetivos para a Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional. PADECEME ***2006****, 11, 76.*

Borges Jr., I; Ventorini, L. A.; Proposta de Reestruturação dos Programas de Pós-graduação do Instituto Militar de Engenharia, 21 de setembro de 2005, Rio de Janeiro, ***2005****.*

Borges Jr, I., Pellanda, P. C. e Ronzani, E. R.; Proposta do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa - PGED. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, ***2006****.*

Brasil; MD e MCT: Concepção Estratégica do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional. Brasília, ***2003****.*

Brasil; CAPES/MEC: Plano Nacional de Pós-graduação, PNPG 2005 – 2010. Brasília, ***2004****.*

Brasil; Exército Brasileiro: Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretrizes para a Reestruturação do Ensino Militar Científico-Tecnológico. Brasília, 2005a.

BRASIL; MINISTÉRIO DA DEFESA: Política de Defesa Nacional. Decreto nº 5.484, de 30 de junho de ***2005****, Brasília, 2005b.*

Brasil; EME: Plano Básico de Ciência e Tecnologia do Exército 2007-2010, Brasília, ***2006****.*

Brasil. EME. Criação do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Defesa no IME, Portarias números 124 e 126 do Estado-Maior do Exército, de 29 de agosto de ***2006****, Brasília, 2006b.*

Brasil; Ministério da Defesa: Estratégia Nacional de Defesa, 2ª Ed. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008, Brasília, ***2008.*** *Disponível em <https://www.defesa.gov.br/eventos_temporarios/2009/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf>. Acesso em: 21 de setembro de* ***2009****.*

Ferreira, A. M.; Sistemas de Combate do Futuro: Elementos para a Formulação Conceitual. 2004. Curso de Direção para Engenheiros Militares, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, ***2004****.*

Pellanda, P. C.; A Pós-graduação em Engenharia de Defesa no Contexto do Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro. Dissertação de Mestrado em Ciências Militares, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, ***2008****.*

Ronzani, E. R.; Pallazo, M.; Varandas, G.; Histórico da Pós-graduação no IME. Revista Militar de Ciência e Tecnologia 1999, XVI, 12.

UN; UN Security Council. Resolution 1540, ***2004****. Disponível em: <http://www.un.org/News/Press/docs/2004/sc8076.doc.htm>. Acesso em: 21 de setembro de* ***2009***