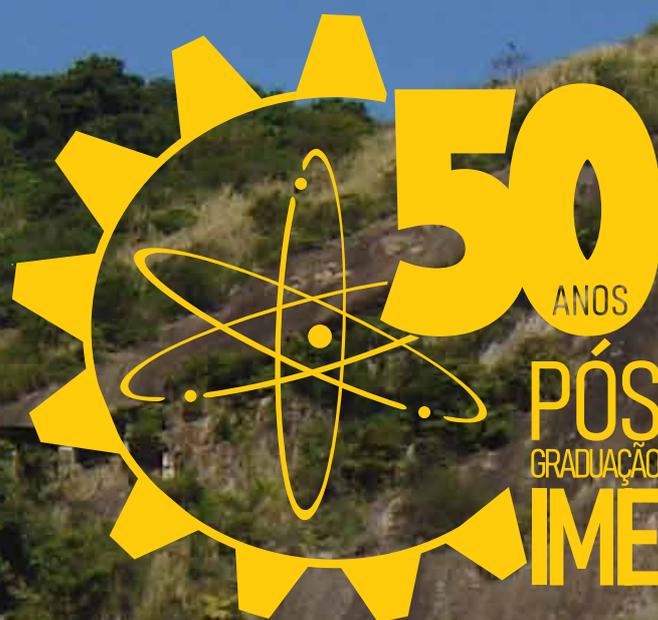


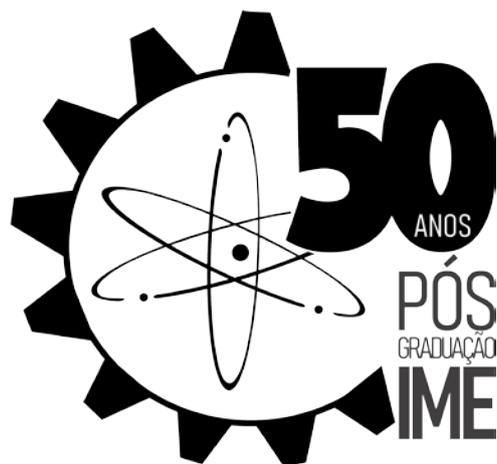
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA



Jubileu de Ouro da Pós-Graduação

1969 – 2019





INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Jubileu de Ouro da Pós-Graduação

1969 – 2019



Praça General Tibúrcio, 80 –

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA



No ano de 2019, o Instituto Militar de Engenharia – Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho de 1792 – comemora o Jubileu de Ouro da criação de seu primeiro Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu*.

Nesse contexto, é mister celebrar as tradições e as conquistas dos diversos Programas de Pós-Graduação do Instituto, congratulando antigos alunos e professores desta casa. Por outro lado, o IME volta as atenções para o presente, no intuito de atender a crescente demanda por conhecimento que leve à inovação tecnológica, garantindo ao Exército Brasileiro e ao país um lugar de destaque no futuro que, ao mesmo tempo que se aproxima celeremente par e passo com os avanços da tecnologia, impõe desafios para a manutenção dos padrões de excelência desta renomada Instituição de ensino.

Os artigos a seguir visam contar parte dessa história, apresentando as vocações e as potencialidades da Pós-Graduação do IME, abrindo as portas do Instituto para parcerias na área de pesquisa, bem como para novos alunos e pesquisadores.

EDITORES

TC QEM BEN-HUR DE ALBUQUERQUE SILVA

Chefe da Subdivisão de Cursos de Pós-Graduação

TC CARLOS FREDERICO DE MATOS CHAGAS

Adjunto da Subdivisão de Cursos de Pós-Graduação

MILITARY INSTITUTE OF ENGINEERING

In 2019, the Military Intitue of Engineering – Artillery, Fortification and Design Royal Academy/1792 – celebrates the Golden Jubilee of its first Graduate Course.

In this context, it is time to celebrate the traditions and accomplishments of the various Graduates Programs of the Institute, congratulating former studants and professors of this Institution. In the other hand, the Institute adresses the present, aiming to meet knowledge driven tecnological inovation growing demands, assuring the Brazilian Army and the country an honorable place in the future that rapidly aproaches alongside tecnology advances, while challenges the maintenance of the excelence standards of this welknown Institute.

The following pages tell parts of this story, present the vocations and pottntials of the Institute Graduate programs, opening doors to research partnership, as well as to new studants and researchers.

EDITORS

Lt Col BEN-HUR DE ALBUQUERQUE SILVA

Head of Subdivion of Graduate Courses

Lt Col CARLOS FREDERICO DE MATOS CHAGAS

Adjunct of subdivision of Graduate Courses

ÍNDICE



A Pós-Graduação em Engenharia de Transportes.....	6
The Graduate Program in Transport Engineering	8
A Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.....	10
The Graduate Program in Electrical Engineering	12
A Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.....	14
The Graduate Program in Mechanical Engineering.....	16
A Pós-Graduação em Química.....	18
The Graduate Program in Chemistry	20
A Pós-Graduação em Engenharia Cartográfica.....	22
The Graduate Program in Cartographic Engineering	23
A Pós-Graduação em Engenharia Nuclear.....	24
The Graduate Program in Nuclear Engineering.....	27
A Pós-Graduação em Ciência dos Materiais.....	30
The Graduate Program in Materials Science	33
A Pós-Graduação em Sistemas e Computação	36
The Graduate Program in Computer and Systems.....	39
A Pós-Graduação em Engenharia de Defesa	41
The Graduate Program in Defense Engineering	44

A Pós-Graduação em Engenharia de Transportes

Coordenadora: Ana Maria Abreu Jorge Teixeira – TC (anam@ime.cb.br)

O PPGT visa atender a demanda nacional por pessoal altamente qualificado e especializado em Engenharia de Transportes, investindo numa formação de qualidade, assentada em pesquisa básica e aplicada e com elevada inserção social.

O PPGT tem por principal finalidade a habilitação de profissionais com nível superior ao desempenho de atividades de pesquisa, docência e assessoramento técnico nas diversas áreas da Engenharia de Transportes, em consonância com as diretrizes do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) do Exército Brasileiro (EB) no que se refere

à capacitação científica e tecnológica das Forças Armadas e da sociedade.

O Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do IME foi criado em 1977, como resultado de resultados positivos de cursos de especialização em transporte ferroviário e em portos. Em janeiro de 1987, com a criação do Departamento de Engenharia de Sistemas no IME, o Programa de Transportes foi transformado em área de concentração e, 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 Mestrado em Engenharia de Transportes voltou a funcionar de maneira independente com a área de concentração Planejamento e Operação de Transportes e, a partir de 2005, incorporou também Infraestrutura de Transportes. Essas áreas permanecem até os dias atuais e, ao longo desse tempo, o IME tornou-se uma referência nacional nas pesquisas relacionadas ao planejamento e à operação dos diversos modais de transportes, bem como aos materiais e estruturas para infraestruturas de transportes, destacando-se as pesquisas relacionadas com argila calcinada, que geraram a primeira patente registrada pelo IME.

Nestes quarenta e dois anos de existência o Curso teve vários financiadores. A partir do início da década de 90, o Exército Brasileiro passou a manter o Curso com verbas orçamentárias de custeio e de projetos específicos, estes patrocinados por outros órgãos da Força Terrestre como o Estado Maior do Exército, o Departamento de Engenharia e Construção, o Departamento de Ciência e Tecnologia e a Diretoria de Transportes e Mobilização. 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 tradicionais órgãos de fomento ao ensino e à pesquisa, tais como CNPq, CAPES, FINEP, FAPERJ e outros com atribuições na área de transportes como Ministério dos Transportes, DNIT e Secretaria de Transportes do Estado do Rio de Janeiro.

A estrutura do Curso de Mestrado Acadêmico em Engenharia de Transportes do IME agrega os interesses do Exército Brasileiro, do seu corpo discente e das instituições de origem dos mesmos, enfocando os transportes de maneira sistêmica e multidisciplinar, contribuindo de modo relevante para o desenvolvimento da pós-graduação nacional.

Durante o curso, busca-se formar os discentes por meio de estímulos aos atributos de criatividade, competência técnica e de liderança intelectual, gerando conhecimentos e divulgação dos mesmos nos principais congressos e revistas científicas qualificadas, permitindo que o egresso trabalhe em universidades, em centros de pesquisa, em indústrias, bem como faça parte dos quadros de pessoal de órgãos integrados ao Ministério da Infraestrutura, além, claro, de atender aos interesses acadêmicos e técnicos das Forças Armadas.

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 engloba 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.

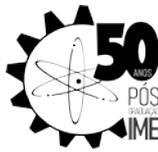
A área de concentração de Infraestrutura de Transportes ocupa-se do ensino, da pesquisa e do desenvolvimento de materiais, metodologias e técnicas inovadoras aplicáveis ao projeto, à construção, à manutenção e ao gerenciamento de vias e terminais. Essa área de concentração tem duas linhas de pesquisa: Infraestrutura dos Sistemas de Transportes e Materiais e Estruturas para Transportes.

Em termos de infraestrutura de ensino, o PPGT tem, além do laboratório de Informática, cinco laboratórios técnicos: Hidráulica, Materiais de Construção e Concreto, Solos, Ligantes e Misturas Betuminosas e Laboratório de Ferrovias, que estão em constante modernização.

O corpo docente do PPGT conta atualmente com 14 docentes, dentre permanentes e colaboradores. Critérios para escolha dos docentes estão relacionados à produtividade acadêmica, à experiência profissional e à disponibilidade de atuar nas linhas de pesquisa propostas, considerando-se a necessidade de equilíbrio do número de docentes por linha de pesquisa.

Nesses quarenta e dois de atuação, o PPGT formou 386 Mestres, dentre militares e civis, esses últimos oriundos de importantes entidades do país da área de transportes, tais como: Ministério dos Transportes, RFFSA, GEIPOT, CBTU, Secretarias Estaduais e Municipais de Transportes, Petrobras, ENGEFER, Vale, CVRD e MRS Logística.

As atividades e pesquisas desenvolvidas pelo Programa ao longo dos anos evidenciam que os objetivos propostos pelo Programa são atingidos, reforçando, dessa forma, o nível de excelência acadêmica do IME e contribuindo sobremaneira para o desenvolvimento científico-tecnológico na área da Engenharia de Transportes, além da formação de recursos humanos de excelência para o engrandecimento do nosso país e das Forças Armadas brasileiras.



The Graduate Program in Transport Engineering

Coordinator: Ana Maria Abreu Jorge Teixeira – Lt Col (anam@ime.eb.br)

The PPGT aims to meet the national demand of highly qualified and specialized personnel in Transport Engineering, investing in quality training, based on basic and applied research and with high social insertion.

The purpose of the PPGT is to enable professionals with a higher level to perform research activities, teaching and technical advice in many areas of Transport Engineering, in accordance with the guidelines of the Department of Science and Technology (DCT) of the Brazilian Army (EB) with regard to the scientific and technological capacitation of the Armed Forces and the society.

The Transport Engineering Master of the Military Engineering Institute was created in 1977, as a result of the positive results of specialization courses in rail transport and in ports. In January 1987, with the creation of the Department of Systems Engineering of the IME, the Transportation Program was transformed into a concentration area and, with the areas of Operational Research, Informatics and Cartography, started to compose the Postgraduate Program in Systems and Computation, linked to that Department.

Since 1994, the Master Program in Transport Engineering has been working independently with the Planning and Operation of Transport area, and since 2005 has also incorporated the Transport Infrastructure area. These areas remain until the present day and, over that time, the IME has become a national benchmark in research related to the planning and operation of the various modes of transport, as well as to materials and structures for transport infrastructures, highlighting the research related to calcined clay, which generated the first patent registered by the IME.

In this forty-two year of existence the Course had several sponsors. From the beginning of the 1990s, the Brazilian Army started to maintain the Course with budgetary funds and specific projects sponsored by other institutes of the Land Forces,

such as the Army General Staff, the Engineering and Construction Department, Department of Science and Technology and the Directorate of Transportation and Mobilization. From the end of the 90's until today, other resources have also been obtained through agreements and research projects with traditional research funding institutions, such as CNPq, CAPES, FINEP, FAPERJ and others with transportation area assignments, such as the Ministry of Transportation, DNIT (National Department of Transportation Infrastructures) and the Transport Department of the State of Rio de Janeiro.

The structure of the Master of Science in Transportation Engineering of the IME go into the interests of the Brazilian Army, its students staff and their institutions of origin, focusing on transport in a systemic and multidisciplinary way, significantly contributing to the development of the post national graduation.

During the course, students will be trained by stimulating the attributes of creativity, technical competence and intellectual leadership, generating knowledge and dissemination of them in the main congresses and qualified scientific journals, allowing the graduate to work in universities, in research centers, in industries, as well as being part of institutions staff, integrated to the Ministry of Infrastructure, in addition, of course, to attend to the academic and technical interests of the Armed Forces.

The Transport Planning and Operation concentration area deals with the teaching, research and development of scientific and technological models applicable to the planning and operation of the several modes and systems of cargo and passenger transportation at national, regional, and urban. This area of concentration englobes the Research areas of Planning and Evaluation of Transport Systems, Environmental Management of Transport Systems and Logistics and Optimization of Transport Systems.

The Transport Infrastructure concentration area deals with the teaching, research and development of innovative materials, methodologies and techniques applicable to the design, construction, maintenance and management of roads and terminals. This area of concentration has two research areas: Infrastructure of Transport Systems and Materials and Structures for Transport.

In terms of educational infrastructure, PPGT has, in addition to the IT laboratory, five technical laboratories: Hydraulics, Construction and Concrete Materials, Soils, Binders and Bituminous Mixtures and Railways Laboratory, which are in constant modernization.

The faculty of the PPGT currently has 14 faculty members, including permanent staff and collaborators. Criteria for choosing teachers are related to academic productivity, professional experience and the willingness to act in the proposed

research areas, considering the need to balance the number of teachers per research areas.

In these forty-two years, the PPGT formed 386 Masters, among military and civilians, which are from important entities of the country of transport, such as: Ministry of Transport, RFFSA, GEIPOT, CBTU, State and Municipal Transport Secretariats, Petrobras, ENGEFER, Vale, CVRD and MRS Logística.

The activities and research developed by the Program over the years showed that the objectives proposed by the Program are achieved, thus reinforcing the level of academic excellence of the IME and contributing greatly to the scientific and technological development in the area of Transport Engineering. Furthermore, contributing to the formation of human resources of excellence for the enlargement of our country and the Brazilian Armed Forces.



A Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Coordenador: Alberto Motta Simões – TC (simoes@ime.eb.br)

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) do IME foi criado em 1970, com o início de sua primeira turma em 1971. O Programa foi criado originalmente com duas áreas de concentração, Sistemas de Controle e Eletromagnetismo Aplicado, sendo a primeira a principal motivadora da criação do curso. O Exército Brasileiro foi, assim, um dos pioneiros no ensino e na pesquisa de Sistemas de Controle no Brasil, dado que os primeiros programas de pós-graduação no Brasil surgiram principalmente a partir da década de 70. A criação da área de concentração de Eletromagnetismo Aplicado, por sua vez, foi motivada pelo interesse do Exército em trabalhos aplicáveis a seus sistemas fixos de radiocomunicação de longa distância, operados principalmente em HF. Posteriormente, trabalhos envolvendo as faixas mais altas do espectro de frequências (VHF, UHF e micro-ondas) passaram a integrar a lista de temas de interesse nesta área de concentração.

Ao final da década de 70, início da década de 80, o corpo docente do PPGEE era composto majoritariamente por oficiais engenheiros do Exército e da Marinha, além de ex-alunos de graduação do IME e, em particular,

pesquisadores do antigo Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD) do Exército. A proximidade do IME com o IPD, que àquela época também se situava na Urca, representava um fator adicional de atração desses engenheiros, pois eles conseguiam conciliar a capacitação no IME com as demandas imediatas no IPD.

Ao longo de sua história, o PPGEE também contribuiu para a criação e a consolidação de outros Programas de Pós-graduação, em especial na cidade do Rio de Janeiro. Na década de 70, por exemplo, diversos ex-docentes e engenheiros militares formados no PPGEE contribuíram para a criação dos cursos de Pós-graduação em Controle na PUC-Rio e na UFRJ. De forma semelhante, já nos anos 80, alguns mestres egressos do PPGEE reforçaram o corpo docente do CETUC da PUC-Rio, nas áreas de Eletromagnetismo Aplicado e Sistemas de Comunicações.

Em 1985 é criada no PPGEE a área de concentração em Processamento de Sinais, sendo que em 1988 a área é organizada nas linhas de pesquisa de Processamento de Sinais de Voz, Processamento de Imagens e Processamento de Sinais Aplicado às Comunicações.

Na década de 90, atendendo às recomendações





da CAPES, o programa passou por importante reestruturação, cujo ponto principal foi a requalificação do corpo docente. Assim, mestres do corpo docente foram motivados a cursar o doutorado, enquanto novos professores doutores foram contratados por concurso. Houve, ainda, um estímulo à formação de jovens doutores engenheiros militares. O aumento da produção científica também foi estabelecido como meta.

Em 1999, o PPGEE passou a adotar duas áreas de concentração apenas: Sistemas de Controle e Telecomunicações, sendo a segunda o resultado da fusão das atividades anteriormente desenvolvidas nas áreas de concentração de Eletromagnetismo Aplicado e de Processamento de Sinais. Em 2002, a área de concentração de Sistemas de Controle foi remodelada com a união de suas linhas de pesquisa e passou a oferecer somente a linha Controle Robusto e Aplicações. Na área de Telecomunicações, as linhas de pesquisa de Antenas e Propagação e de Ondas Guiadas foram agrupadas na nova linha de pesquisa de Eletromagnetismo Aplicado. Com isso, a área de Telecomunicações passou a contar com as linhas de pesquisa Processamento de Sinais, Comunicações Digitais e Eletromagnetismo Aplicado.

Ao final do triênio 2001-2003, os esforços de quase uma década de reestruturação foram enfim recompensados, e o PPGEE obteve o conceito '4' na avaliação da CAPES. Nesse período, o Programa já contava com bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq e, também, com um incremento na produção científica em coautoria com alunos egressos.

Em 2006, O PPGEE passou por nova reestruturação, passando a ter apenas uma área de concentração, denominada Sistemas Eletrônicos de Defesa e Comunicações, com três linhas de pesquisa: Automação e Controle, Eletromagnetismo Aplicado e Processamento de Sinais. A antiga área de concentração de Sistemas de Controle foi convertida em linha de pesquisa, tornando-se mais abrangente ao incluir o tema da Automação em seu escopo.

Na avaliação do triênio 2004-2006, entretanto, o PPGEE retornou para o conceito '3', em virtude principalmente de queda na produção científica de parcela significativa de seus docentes naquele triênio. O mesmo conceito foi obtido no triênio seguinte, 2007-2009, apesar do empenho dos docentes do Programa.

A partir de 2009, com o apoio de consultores da CAPES, o Programa passou a buscar soluções mais efetivas para aprimorar seu conceito. O resultado dessas ações permitiu ao Programa recuperar o conceito '4' na avaliação trienal 2010-2012 e mantê-lo na última

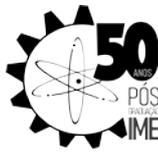
avaliação quadrienal 2013-2016.

Fruto da análise do relatório referente à última avaliação quadrienal, 2013-2016, decidiu-se por nova reestruturação das linhas de pesquisa do PPGEE. Com isso, as três linhas anteriores foram reagrupadas em duas, Sinais e Sistemas de Comunicações e Automação, Controle e Operação de Sistemas, adotadas a partir de 2019. Desse modo, o PPGEE está estruturado atualmente em torno de uma única área de concentração intitulada Sistemas Eletrônicos de Defesa e Comunicações, a qual abriga as duas linhas de pesquisa citadas acima.

A linha de pesquisa de Automação, Controle e Operação de Sistemas trata da pesquisa, do estudo e da validação (por meio de simulações ou a partir de implementações práticas) de sínteses de controle nos domínios do tempo e da frequência. Envolve estudos em controle robusto, ótimo, adaptativo, não-linear e de técnicas inteligentes de controle, bem como o controle de sistemas lineares variantes no tempo. Realizam-se ainda, estudos na área de identificação e otimização de sistemas físicos, modelagem e aplicações de técnicas de controle clássico e moderno, assim como pesquisas relacionadas ao controle e verificação de Sistemas a Eventos Discretos e Sistemas Híbridos, com aplicações voltadas para sistemas eletrônicos de defesa. O foco em sistemas elétricos de potência ocorre por meio de pesquisas que englobam, mas não se restringem à modelagem, análise, planejamento da operação, proteção e qualidade de energia elétrica.

A linha de pesquisa de Sinais e Sistemas de Comunicações tem por objetivo a formação de recursos humanos e a geração de conhecimento nos temas de Dispositivos e Sistemas Ópticos, Processamento de Sinais Acústicos, Processamento Digital de Imagem, Sistemas e Técnicas de Transmissão Digital, Processamento Digital de Sinais Multidimensionais, Teoria Eletromagnética, Micro-ondas, Propagação de Ondas, Antenas, Sistemas de Telecomunicações, RF e Antenas.

O PPGEE conta hoje com pesquisadores consolidados, e os docentes do Programa apresentam boa produtividade científica em termos de publicações em periódicos e livros, com boa visibilidade tanto nacional quanto internacional. Por fim, pode-se afirmar que, apesar dos novos e crescentes desafios, o PPGEE tem conseguido cumprir, ao longo dessas cinco décadas, seu papel primordial de formação de recursos humanos de alto nível e de geração de conhecimento, evidenciado na qualidade das dissertações defendidas, na produtividade científica de seus docentes, e no desempenho profissional alcançado por seus egressos.



The Graduate Program in Electrical Engineering

Coordinator:: Alberto Motta Simões – Lt Col (simoes@ime.eb.br)

The Graduate Program in Electrical Engineering (PPGEE, in the Portuguese acronym) was founded in 1970, with its first class welcomed in 1971. The Program originally included two areas of concentration, Control Systems and Applied Electromagnetism, the former being the major motivation for its creation. The Brazilian Army is thus one of the pioneers in education and research in Control Systems in Brazil, since the first graduate programs in that field arose in Brazil mainly in the 70's. The creation of the area of concentration in Applied Electromagnetism, in its turn, was motivated by the Army's interest in works relevant to its long-distance fixed radio-communication systems, operating mainly in HF. Later, works involving higher frequency bands (VHF, UHF and microwave) also became part of the list of topics of interest in this area of concentration.

At the end of the 70's, beginning of the 80's, the student body of the PPGEE was made up mostly of Army and Navy engineers, as well as IME's alumni and, in particular, researchers from the former Army's Research and Development Institute (IPD, in the Portuguese acronym). The proximity of IME to IPD, which at that time was also located in Urca, represented an additional appealing factor for those engineers, as they were able to reconcile the university studies at IME with their work responsibilities in IPD.

Throughout its history, PPGEE has also helped creating and consolidating other Postgraduate Programs, especially in the city of Rio de Janeiro. In the 70's, for instance, several former teachers and military engineers graduated from PPGEE assisted in the foundation of postgraduate courses in Control Systems at PUC-Rio and UFRJ. Similarly, in the 1980s, some of the PPGEE graduates reinforced the faculty of CETUC at PUC-Rio in the areas of Applied Electromagnetism and Communications Systems.

In 1985 the area of concentration in Signal Processing was established in the PPGEE, and in 1988 that area was divided into the research lines of

Voice Signal Processing, Image Processing and Signal Processing Applied to Communications.

In the 90s, following CAPES recommendations, the program underwent an important restructuring, whose central point was the qualification of the faculty. Hence, faculty members were encouraged to pursue a doctoral degree, while new faculty members already holding a Ph.D were hired. There was also a stimulus for the qualification of young military engineers. The increase in scientific production has also been set as a primary goal.

In 1999, the PPGEE began to adopt only two concentration areas: Control Systems and Telecommunications, the second being the result of the merger of previously developed activities in the areas of Applied Electromagnetism and Signal Processing. In 2002, the Control Systems concentration area was remodeled by the combination of all its research lines and started to offer only the Robust Control and Applications research line. In the concentration area in Telecommunications, the research lines of Antennas and Propagation and Guided Wave were combined into a new research line of Applied Electromagnetism. In summary, the Telecommunications area now counted the research lines of Signal Processing, Digital Communications and Applied Electromagnetism.

At the end of the three-year period 2001-2003, the almost a decade long restructuring efforts were finally rewarded, and the PPGEE obtained a '4' grade in CAPES evaluation. During that period, the Program already included CNPq Research Productivity Fellows, and saw a significant increase in scientific production co-authored with graduate students.

In 2006, PPGEE underwent a new restructuring, resulting in the adoption of a single area of concentration, called Defense and Communications Electronic Systems, with three lines of research: Automation and Control, Applied Electromagnetism and Signal Processing. The former Control Systems concentration area was thus converted into a research

line, becoming more comprehensive with the inclusion of the Automation topic in its scope.

In the evaluation of the three-year period 2004-2006, however, the PGEE returned to the '3' grade, mainly due to a drop in the scientific production of a significant portion of its faculty members in that triennium. The same grade was obtained in the following triennium, 2007-2009, despite commitment of the Program's faculty.

Starting in 2009, with the help of CAPES consultants, the Program began to seek more effective solutions to improve its grade. The result of those actions allowed the Program to recover the grade '4' in the triennial evaluation 2010-2012 and to maintain it in the last quadrennial evaluation 2013-2016.

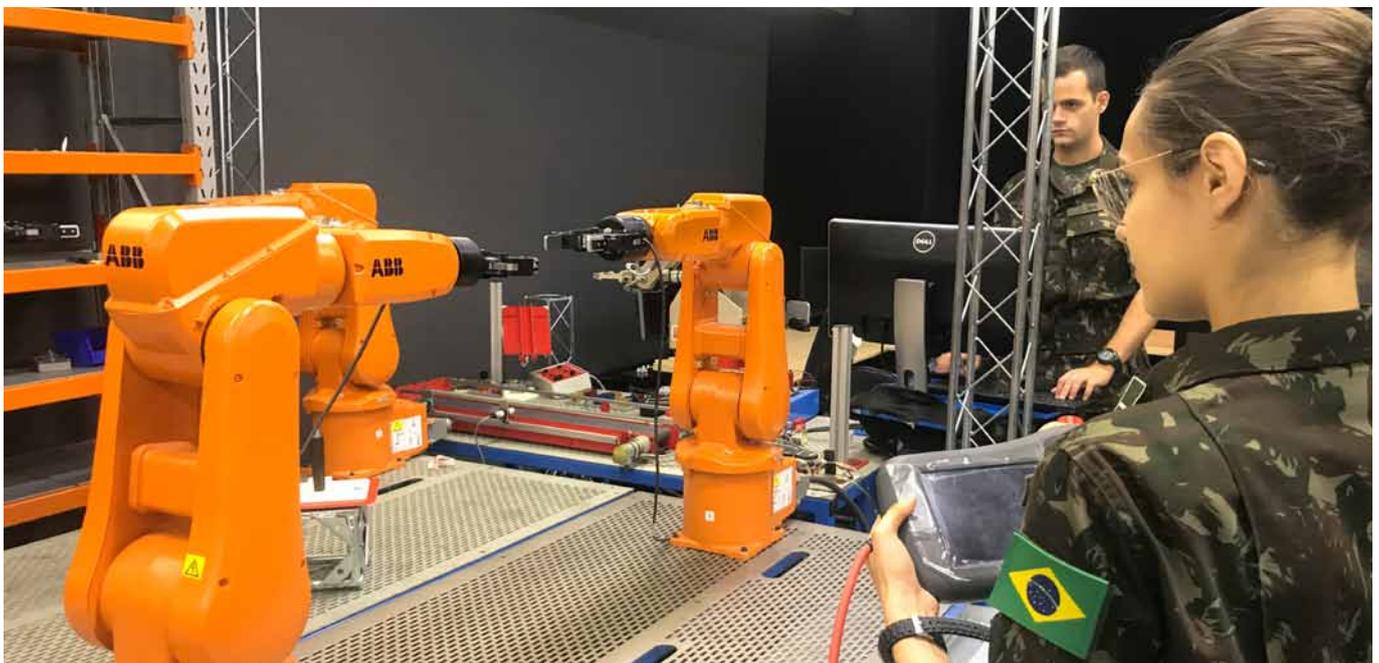
As a result of the analysis of the report concerning to the last four-year evaluation, 2013-2016, it was decided that a new restructuring of PPGEE's research lines was necessary. As a result, the three previous lines were regrouped into two, Signals and Communications Systems and Systems Automation, Control and Operation, adopted from 2019 onwards. The PPGEE is thus currently structured around a single area of concentration entitled Defense and Communications Electronic Systems, which houses the two lines of research cited above.

The Systems Automation, Control and Operation research line deals with the research, study and validation (through simulations or from practical implementations) of control syntheses in the time and frequency domains. It involves studies on robust, optimal, adaptive, nonlinear and intelligent control

techniques, as well as the control of time-varying linear systems. Studies are also carried out in the area of identification and optimization of physical systems, modeling and applications of classic and modern control techniques, as well as research related to the control and verification of Discrete Events and Hybrid Systems, with applications focused on defense electronic systems. The focus on power systems occurs via studies that encompass, but are not limited to, modeling, analysis, operation planning, protection and power quality.

The research line of Signals and Communications Systems aims human resources development and knowledge generation in the subjects of Optical Devices and Systems, Acoustic Signal Processing, Digital Image Processing, Digital Transmission Systems and Techniques, Digital Processing of Multidimensional Signals, Electromagnetic Theory, Microwave, Wave Propagation, Antennas, Telecommunications Systems, RF and Antennas.

At present, the PPGEE has established researchers among its faculty members, with good scientific productivity in terms of publications in periodicals and books, with both national and international visibility. It can be said that, despite the new and growing challenges, the PPGEE has been able to fulfill, throughout almost five decades, its primordial role of high-level human resources development and knowledge generation, evidenced by the quality of the dissertations produced, the scientific productivity of its faculty members, and the professional performance achieved by its graduates.



A Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Coordenador: Profº Victor Santoro Santiago – Cel R/1 (santoro@ime.eb.br)

A pesquisa desenvolvida pela Pós-graduação em Engenharia Mecânica do IME sempre esteve ligada, tanto às necessidades táticas de mobilidade e poder de fogo demandadas pelos sistemas de armas da Força Terrestre, quanto às ações e políticas de desenvolvimento voltadas para a indústria nacional de defesa, fazendo com que a produção do conhecimento nas áreas de armamento e de veículos militares estivesse sempre presente nas atividades da Seção de Engenharia Mecânica.

Percorrendo os registros históricos, é fácil perceber a ligação entre as iniciativas institucionais da Seção de Engenharia Mecânica e as políticas desenvolvimentistas da nação, desde a criação do Arsenal de Guerra do Rio (Casa do Trem – 1762) e da Fábrica Real de Pólvora da Lagoa Rodrigo de Freitas (1808), passando pela criação das Fábricas de Realengo (1898) e Presidente Vargas (1909). Esta vocação histórica da Engenharia Mecânica

em trabalhar com assuntos relacionados à indústria automobilística e de armamento, é novamente materializada pela criação das fábricas do Andaraí (1932), de Bonsucesso (1933), de Juiz de fora (1933), de Itajubá (1934), de Curitiba (1934) e do Arsenal de Guerra de São Paulo (1934), correspondendo ao impulso industrial promovido pelos governos de Getúlio Vargas.

Mas foi nas décadas de 1950 e 1960 que a indústria automobilística nacional, movida em parte pela proibição de importação, criou as bases para o surgimento da pujante indústria de defesa da década de 1970, contando com intensa participação da Engenharia Militar, e em particular dos Engenheiros Mecânicos formados pelo IME. A partir daí, os veículos militares e sistemas de armas brasileiros ganharam o mundo, colocando o Brasil como um ator principal no mercado internacional de material de defesa. Nesta fase, o alinhamento entre o planejamento da Força e a produção





nacional de material estratégico de defesa ganha novo estímulo, demandando uma necessidade crescente de conhecimento técnico e científico. Conseqüentemente, e como prolongamento natural da já estabelecida graduação, ocorreu a criação do Mestrado em Engenharia Mecânica no IME.

O curso foi credenciado em 1983, mas teve sua primeira dissertação defendida em 1977. Desde então, o Programa já diplomou 233 mestres, sendo organizado inicialmente em duas áreas de concentração: Mecânica dos Sólidos, com uma linha de pesquisa em Projetos Mecânicos, e Termociências, com uma linha de pesquisa em Termofluidodinâmica.

Uma análise das dissertações do Programa permite novamente confirmar a subordinação dos seus temas aos interesses e às necessidades da sociedade da época em que os estudos foram realizados. Na área de concentração de Termociências, e em sua linha de pesquisa Termofluidodinâmica, percebe-se, na década de 1980, uma grande parcela de temas relacionados à aerodinâmica aplicada a mísseis e foguetes, estudos de trajetória de projéteis, problemas de transferência de calor em sistemas de armas, estimativas de parâmetros de propelentes, modelagens de reatores, propulsão a combustíveis sólidos e diversos outros assuntos correlatos.

Por sua vez, na mesma década, estudos de Elementos Finitos exploravam problemas dinâmicos em veículos blindados e mísseis. Na área de concentração de Mecânica Aplicada, na década de 1990, muitos trabalhos foram desenvolvidos em temas como cinemática e dinâmica de corpos rígidos e flexíveis, transformadores cinemáticos, grafos de ligação, dinâmica de veículos, dinâmica e estabilização de sistemas de armas. Também nesta década, soluções numéricas para escoamentos incompressíveis, compressíveis e turbulentos foram objeto de estudos, assim como problemas de convecção forçada e de difusão de calor especiais, foram resolvidos com solução híbridas, como a Técnica da Transformada Integral Generalizada.

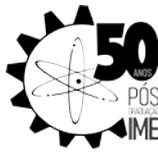
A partir dos anos 2000, ainda configurada com as Linhas de Pesquisa originais, o Programa produziu diversas dissertações direcionadas aos problemas da mecatrônica e robótica, otimizações aplicadas a problemas de difusão de calor e também soluções de problemas de transferência de calor

aplicados a motores de combustão interna.

Com a evolução da pesquisa na Seção de Engenharia Mecânica, e em resposta às novas solicitações e tendências da pesquisa em nível nacional, atualmente a Pós-graduação em Engenharia Mecânica do IME possui duas Áreas de Concentração: Dinâmica Aplicada, com a Linha de Pesquisa de Sistemas Dinâmicos; e Termociências, com a Linha de Pesquisa Termofluidodinâmica. As dissertações defendidas no Programa a partir desta nova configuração exploraram os problemas de dinâmica de veículos militares, contemplando inclusive as relações entre os pneus e o solo. Diversos problemas de troca de calor foram resolvidos utilizando-se a formulação de problemas inversos e otimização. No contexto dos problemas da mecânica dos fluidos, várias dissertações utilizaram técnicas experimentais e da Dinâmica dos Fluidos Computacional.

Recentemente, uma moderna infraestrutura laboratorial foi implementada no IME para dar suporte à pesquisa de pós-graduação. Diversas agências de fomento participaram dessa reestruturação, como a FAPERJ, o CNPq, a Petrobras, a CAPES e a FINEP. Hoje a Seção de Engenharia Mecânica possui um Laboratório de Aerodinâmica reequipado, contando com um novo túnel de vento totalmente instrumentado. Possui também diversos equipamentos para estudos de fluidos e de fenômenos de transferência de calor. Para dar suporte à pesquisa em dinâmica e robótica, foi construído o Laboratório de Robótica Industrial e Defesa, o qual, já em pleno funcionamento, suportou a defesa de diversas dissertações de mestrado e de várias publicações científicas. O Laboratório de Projetos Mecânicos conta com modernos equipamentos que foram utilizados na elaboração de dissertações em áreas de interesse da Força Terrestre, como no Projeto do Soldado do Futuro (Exoesqueleto), conhecido como COBRA.

Diversas atividades de cooperação como a formação de Mestres para as Forças Armadas e para Nações Amigas, além da já consagrada formação para o Exército Brasileiro, demonstram que o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica vem cumprindo seu importante papel acadêmico, estando pronto para contribuir com as soluções para os novos desafios de nossa Nação.



The Graduate Program in Mechanical Engineering

Coordinator:: Prof^o Victor Santoro Santiago – Col R/1 (santoro@ime.eb.br)

The research developed at IME Mechanical Engineering Postgraduation Course has always been linked to two tactical demands - mobility and firepower - required by the weapons systems of the Brazilian Army as well as to actions and development policies toward the defense industry, so that the production of knowledge in the areas of armament and military vehicles has always been present in the activities of the Mechanical Engineering Department.

According to the historical records, it is easy to see the link between the institutional initiatives of Mechanics and the development policies of the nation, since the creation of Rio War Arsenal (House of Train - 1762) and the Royal Powder Factory of Lagoa Rodrigo de Freitas (1808), the creation of Realengo(1898) and President Vargas (1909) factories. This historic vocation of Mechanical Engineering in working with issues related to automotive and weapon industry, was again materialized by the creation of the industrial plants in Andaraí (1932), Bonsucesso (1933), Juiz de Fora (1933), Itajubá (1934), Curitiba (1934), and The War Arsenal of São Paulo (1934), corresponding to the industrial impetus fostered by the government of Getúlio Vargas.

But it was in the 1950s and 1960s that the domestic auto industry, driven partially by the import ban, laid the foundations for the emergence of the powerful defense industry of the 1970s, upported by the Military Engineering in general, and, specifically by the Mechanical Engineers graduated at IME. By that time, the Brazilian military vehicles and weapon systems were sold worldwide, placing Brazil as a major player in the defense material international market. At that stage, the

alignment between Brazilian Army strategic plans and domestic production of defense material gets new impulse, demanding technical and scientific support. As result, and as a natural extension of the already established graduation course, the Masters in Mechanical Engineering at IME was created.

The course was accredited in 1983, but had the first dissertation in 1977. Since then, the Program has graduated 233 masters, being organized initially in two Concentration Areas of knowledge: Solid Mechanics, with research in Mechanical Projects, and Thermosciences, with research in Thermofluidodynamics.

An analysis of the Program dissertations allows emphasizes the subordination of its subjects to the interests and needs of society by the time the studies were performed. Regarding Thermosciences, and in its Thermofluidsdynamics research,it is observed, in the 1980s, a great number of dissertations related to aerodynamics applied to missiles and rockets, projectiles trajectory studies, heat transfer problems in weapons systems, estimates of propellants parameters, modeling of reactors, solid fuels propulsion and other related matters. In the same decade, Finite Element studies explored dynamic problems in armored vehicles and missiles. In Applied Mechanics concentration area in the 1990s, much work was developed in subjects such as kinematics and dynamics of rigid and flexible bodies, kinematic transformers, connection graphs, dynamic vehicles, dynamic and stabilization of weapon systems. In this decade, numerical solutions for incompressible, compressible and turbulent flows have been studied, as well as special problems of forced convection and heat diffusion were solved with hybrid solution, such as the Generalized Integral Transform Technique.

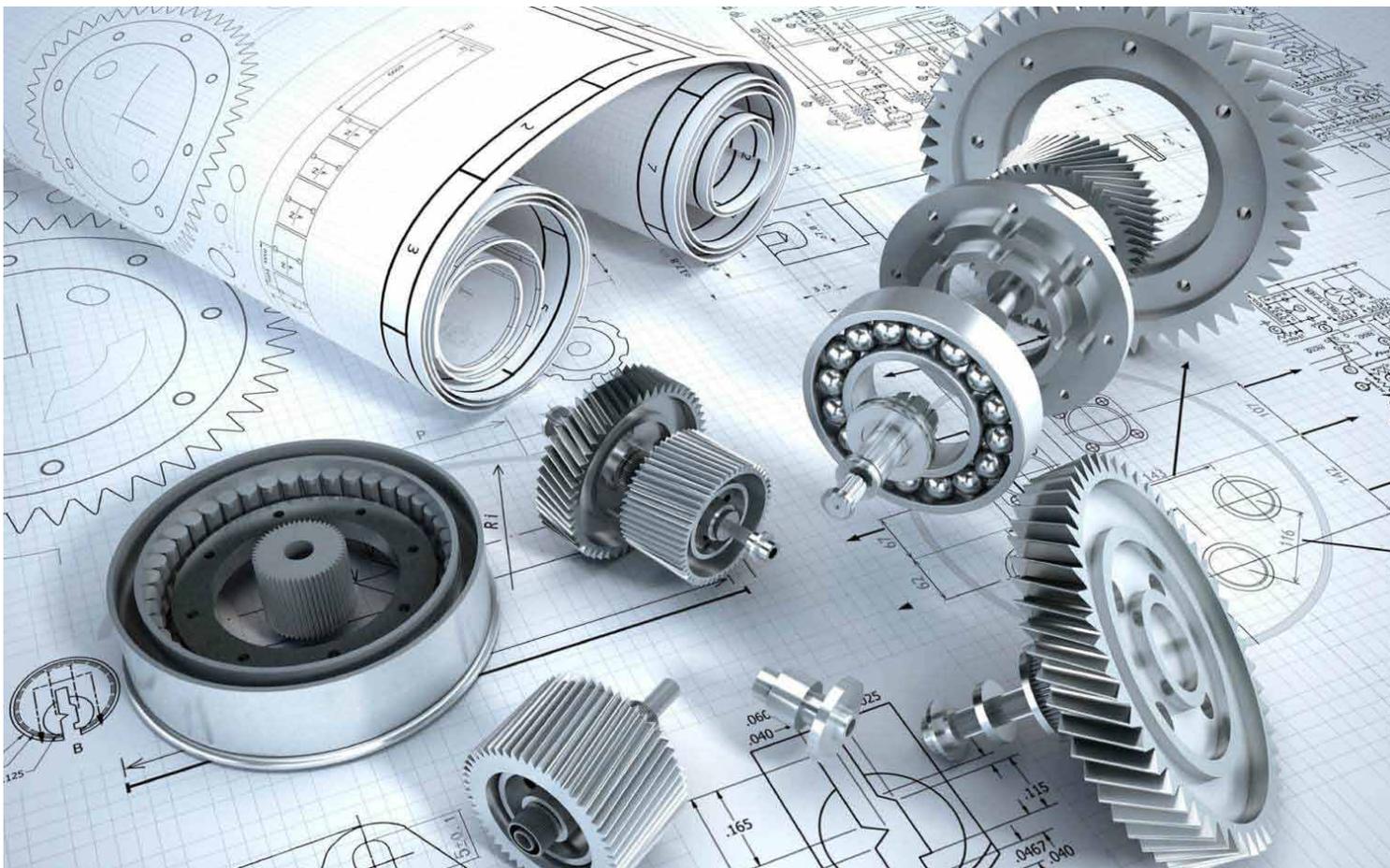
From the 2000s, still configured with the original Research Lines, the Program produced several dissertations aimed to problems of mechatronics and robotics, optimizations applied to problems of heat diffusion as well as solutions of problems of heat transfer applied to internal combustion engines.

With the evolution of research in Mechanical Engineering Department, and as a response for the new demands and trends by the national research community, the Mechanical Engineering Post-Graduation Program changed its two knowledge concentration areas: Applied Dynamics, with Dynamical Systems Line of Research; and Thermosciences, with the Thermofluiddynamic Research Line. The dissertations of the Program from this new configuration explored the problems of military vehicles dynamics, including the interactions between the tires and the ground. Several heat exchange problems were solved using inverse problems formulation and optimization. In the context of fluid mechanics problems, several dissertations used experimental techniques and Computational Fluid Dynamics.

Recently, an up-to-date laboratory

infrastructure was implemented at IME to support post-graduate research. Several development agencies participated in this restructuring, as FAPERJ, CNPq, Petrobrás, CAPES and FINEP. Today, the Mechanical Engineering Department has an Aerodynamics laboratory, with a new fully instrumented wind tunnel, also many equipment for fluid and heat transfer phenomena studies. In order to support research in dynamics and robotics, the Laboratory of Industrial Robotics and Defense was built, which is already in full operation, supporting several Master's dissertations and several scientific publications. The Laboratory of Mechanical Projects has modern equipment that was used in the elaboration of dissertations in areas of interest of the Brazilian Army, as in the Project of the Soldier of the Future (Exoskeleton), known as COBRA.

Several cooperation activities such as Masters Graduation for the Armed Forces and Friendly Nations, in addition to the already established training for the Brazilian Army personal, show that the Graduate Program in Mechanical Engineering has been fulfilling its important academic role and is ready to contribute to solutions to the new challenges of our Nation.



A Pós-Graduação em Química

Coordenador: Tanos Celmar Costa França - TC (tanos@ime.eb.br)

O Programa de PG em Química do Instituto Militar de Engenharia (PPGQ-IME) foi criado em 1969 com o intuito de formar recursos humanos 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 diversas fábricas militares.

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 rotas para 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.

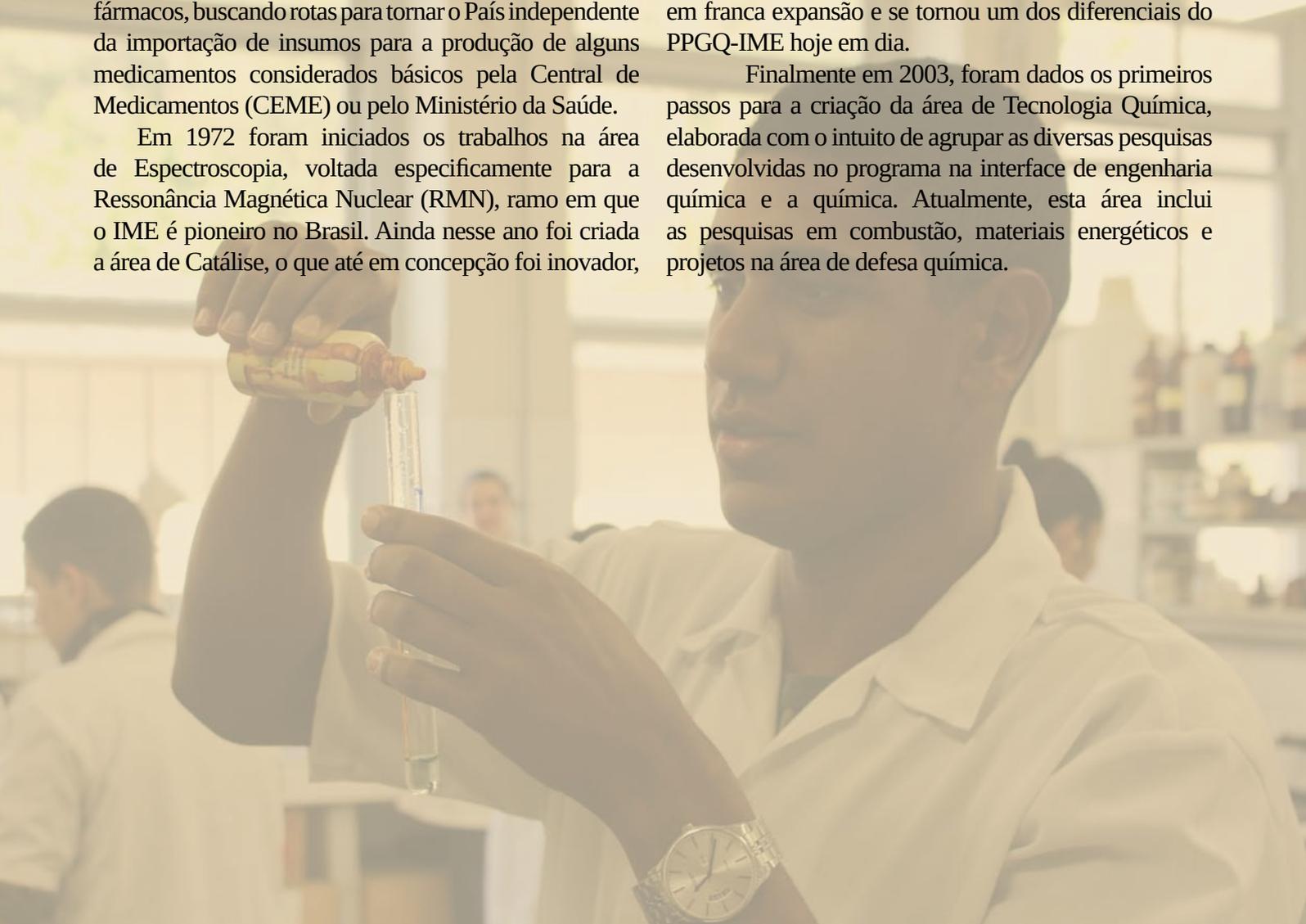
Em 1972 foram iniciados os trabalhos na área de Espectroscopia, voltada especificamente para a Ressonância Magnética Nuclear (RMN), ramo em que o IME é pioneiro no Brasil. Ainda nesse ano foi criada a área de Catálise, o que até em concepção foi inovador,

pois não é de nosso conhecimento da existência, até aquela data, de nenhum programa de PG voltado para a formação de especialistas em catálise.

Em 1990, visando manter o programa na fronteira do desenvolvimento científico teve início a área de Modelagem Molecular. Sendo nosso curso um dos pioneiros nesse importante ramo da química com aplicações no desenvolvimento de fármacos, nos estudos dos materiais energéticos, nas propriedades físico-químicas de moléculas e na dispersão de agentes químicos e biológicos.

No início dos anos 2000 tiveram início no PPGQ-IME as pesquisas na área defesa química e biológica, voltadas para o desenvolvimento de antídotos contra agentes de guerra química e fármacos contra agentes de guerra biológica. Desde então essa área está em franca expansão e se tornou um dos diferenciais do PPGQ-IME hoje em dia.

Finalmente em 2003, foram dados os primeiros passos para a criação da área de Tecnologia Química, elaborada com o intuito de agrupar as diversas pesquisas desenvolvidas no programa na interface de engenharia química e a química. Atualmente, esta área inclui as pesquisas em combustão, materiais energéticos e projetos na área de defesa química.





O PPGQ-IME em nível de Mestrado e Doutorado foi credenciado pelo Conselho Federal de Educação em 1980 e reconhecido em 1987, segundo Parecer nº 224/87, e já titulou até dezembro de 2018, 333 Mestres e 130 Doutores perfazendo um total de 463 alunos titulados.

A primeira Dissertação defendida em 1971, por Gary Santos Varandas foi intitulada: “Síntese de Ésteres do Ácido 2,6-Naftalenodissulfônico e suas Propriedades como Reagentes de Alcoilação”. A primeira defesa de Tese 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.

Atualmente o PPGQ-IME é composto das seguintes linhas de pesquisa: 1) Catálise: tem como objetivo básico a preparação e a caracterização de novos materiais para aplicação como catalisadores em diversos processos químicos; 2) Espectroscopia/espectrometria: está orientada ao desenvolvimento de metodologias experimentais e aplicações da RMN e da espectrometria de massas em problemas químicos e de química medicinal; 3) Modelagem Molecular: inclui a utilização de diversos programas e pacotes computacionais 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, fármacos contra agentes de guerra biológica, materiais energéticos e catalisadores. 4) Síntese Orgânica: compreende atividades no desenvolvimento de metodologias sintéticas de compostos bioativos, de materiais energéticos, polímeros com aplicação como matrizes extratoras de metais e materiais orgânicos. 5) 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 do IME; 6) Materiais energéticos: Linha praticamente exclusiva do programa de PG em química do IME voltada para o estudo e desenvolvimento de novos propelentes e explosivos.

Hoje o curso de PG em química do IME conta com 21 laboratórios destinados a atender a demanda associada ao ensino e pesquisa, principalmente em nível de Pós-Graduação; são eles: Síntese Orgânica, RMN, Espectrometria IV e UV, Catálise, Preparação de Catalisadores e Craqueamento Catalítico, Caracterização

de Catalisadores, Modelagem Molecular, Química Teórica e Computacional, Modelagem Molecular Aplicada a Defesa Química e Biológica, Fluidodinâmica Computacional, Materiais Energéticos, Química Orgânica, Antibióticos, Cromatografia, Processos catalíticos, Bioorgânica, Materiais energéticos, Processos biotecnológicos, Laboratório de Unidades de Processos Orgânicos e Escalonamento de Produção de Bioativos, Laboratório de Estudos de Aproveitamento da Biodiversidade e Laboratório de Química Verde e Sustentável.

Vários projetos de pesquisa de grande relevância nacional já foram desenvolvidos no Programa 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 Pós-Graduação do IME, com o objetivo de isolar o metabólito secundário da árvore do Sassafráz, 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 no Brasil pôde ser totalmente nacionalizada. Também merece destaque o projeto: “Biodiesel a Partir de Oleaginosas da Amazônia” focado na 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.

O PPGQ-IME passou recentemente por uma modernização e reorganização de sua estrutura curricular visando oferecer formação nas quatro grandes áreas da química, conforme recomendação da CAPES. Em paralelo tem ocorrido nos últimos 5 anos uma significativa renovação do corpo docente que proporcionou um impacto muito positivo nas atividades de ensino e pesquisa. Além disso, esforços vêm sendo feitos para aumentar o nível de internacionalização do programa, expandir o corpo docente, e promover uma maior aproximação com pesquisadores do Centro Tecnológico do Exército (CTEx). Assim o PPGQ-IME se aproxima dos seus 50 anos de existência com fôlego e um nível de revitalização apropriados para enfrentar os desafios que surgirão nos anos vindouros.



The Graduate Program in Chemistry

Coordinator:: Tanos Celmar Costa França - LT Col (tanos@ime.eb.br)

The graduate program in chemistry of the Military Institute of Engineering (PPGQ-IME) was created in 1969 with the aim of training human resources to carry out basic and applied research. Those professionals were widely required at that time in the country, particularly within the Brazilian Army, which needed military personnel to conduct the research of specific interest to the Armed Forces and working in its several military factories.

The first faculty of the course was mainly composed of foreign teachers hired to set up laboratories and establish lines of research, thus giving the first steps to its consolidation. The Program began its activities with the area of Organic Synthesis, focused on the total synthesis of drugs, seeking routes to make the country independent of the importation of chemicals for the production of some medicines considered basic by the Medicines Center (CEME) or by the Ministry of Health.

In 1972 the PPGQ-IME started research in the area of Spectroscopy, focused specifically on the Nuclear Magnetic Resonance (NMR), a branch in which the IME has pioneered in Brazil. Also in that year, the Catalysis area was created, which was also very innovative in design, since we do not have knowledge of any graduate program in the country aimed at training specialists in catalysis until that date.

The research on Molecular Modeling started in 1990, in order to maintain the program at the frontier of scientific development. Our course is one of the pioneers on this important branch of chemistry with applications in the development of drugs, studies of energetic materials, the physicochemical properties of molecules, and the dispersion of chemical and biological agents.

In the early 2000s, the research on chemical and biological defense began in the PPGQ-IME, aimed at the development of antidotes against chemical warfare agents and drugs against biological warfare agents.

Since then, this area has expanded rapidly to become one of the hallmarks of the PPGQ-IME.

Finally in 2003, the first steps were taken in order to start the research in Chemical Technology in the PPGQ-IME. This area was designed to group the various researches developed in the program at the interface of chemical engineering and chemistry. Currently, this area includes research on combustion, energetic materials and projects in chemical defense.

The PPGQ-IME, at the Master's and Doctorate levels, was accredited by the Federal Council of Education in 1980 and re-accredited in 1987, according to the Notion No. 224/87. Until December 2018, 333 Masters and 130 Doctors were graduated, totalizing 463 professionals.

The first master thesis, presented in 1971 by Gary Santos Varandas, was entitled: "Synthesis of 2,6-Naphthalenedisulfonic Acid Esters and Their Properties as Alkylation Reagents" while the first PhD Thesis, presented in 1975 by Roberto Rodrigues Coelho, was entitled: "Chemical Properties of Substituted 2,3-Diphenyl-Benzofuran". Both works were supervised by the Professor Roderick Arthur Barnes.

Currently the PPGQ-IME is composed of the following lines of research: 1) Catalysis: which basic objective is the preparation and characterization of new materials for application as catalysts in various chemical processes; 2) Spectroscopy/spectrometry: oriented to the development of experimental methodologies and applications of NMR and mass spectrometry in chemical problems and medicinal chemistry; 3) Molecular Modeling: includes the use of several programs and computational packages for the proposition of theoretical structures of molecular targets (proteins, DNA, cell membrane) and the study of their dynamic and mechanistic behavior, with the objective of proposing structures of new antibiotics, antidotes against chemical warfare agents, drugs against

biological warfare agents, energetic materials and catalysts. 4) Organic Synthesis: includes activities in the development of synthetic methodologies for bioactive compounds, energetic materials and polymers with application as extractive matrices of metals and organic materials. 5) Chemical Technology: comprises research activities aimed at the development of processes and researches with potential technological application, especially in the areas of catalysis, explosives and propulsion, thus, contributing to integrate the chemical engineering course and graduate program in chemistry of the IME; 6) Energetic materials: research line practically exclusive of the PPGQ-IME and aimed at the study and development of new propellants and explosives.

Today the PPGQ-IME counts on 21 laboratories meant to attend the demand associated with the teaching and research, mainly at the graduate level: Organic Synthesis, NMR, IR and UV Spectrometry, Catalysis, Catalyst Preparation and Catalytic Cracking, Catalyst Characterization, Molecular Modeling, Theoretical and Computational Chemistry, Molecular Modeling Applied to Chemical and Biological Defense, Computational Fluid Dynamics, Energetic Materials, Organic Chemistry, Antibiotics, Chromatography, Catalytic Processes, Bioorganic, Energetic materials, Biotechnological processes, Laboratory of Organic Processes and Scheduling of Bioactive Production, Laboratory of Studies for Utilization of Biodiversity and Laboratory of Green and Sustainable Chemistry.

Several research projects of great national relevance have been developed in the PPGQ-IME. Among them, the “Sassafráz” project, coordinated by the then Major Carlos Antônio Lopes Pereira,

deserves to be highlighted. The goal of the project was isolating the secondary metabolite of the Sassafras tree, known as heliotropine. From this metabolite it was synthesized the L-dopa, an important drug used against Parkinson’s disease. After the Sassafráz project, the “Medicines Synthesis” project was started, under the Federal Government’s Medicines Center (CEME), with the objective, at that time, of nationalizing the industrial processes of production of some medicines in order to enable their production from local raw materials. As a result of this project, the production of medicines like aspirin and vitamin C in Brazil could be fully nationalized. Also worth mentioning the project “Biodiesel from Oilseeds of the Amazon” focused on the production of biodiesel from seeds of oil plants endemic in the Amazon region, thus providing an alternative source of fuel for isolated communities, a fact that also adds some social face to its inherent strategic character.

The PPGQ-IME has recently been modernized through the reorganization of its curricular structure in order to offer training in the four major areas of chemistry, following the CAPES recommendation. In parallel, a significant faculty renewal has occurred in the last five years, which a very positive impact on the teaching and researching activities. In addition, efforts have been made to increasing the level of internationalization of the program, expanding the faculty, and intensifying the interactions with researchers of the Army Technological Center (CTEx). Thus the PPGQ-IME is approaching its 50 years of existence with a level of revitalization appropriate to face the challenges that will arise in the years to come.



A Pós-Graduação em Engenharia Cartográfica

Coordenador: Marcos de Meneses Rocha – TC (pgcarto@ime.eb.br)

O programa de pós-graduação em engenharia cartográfica tem como área de concentração a Tecnologia de Informação Geográfica. Suas duas linhas de pesquisa são: Imageamento Digital e Modelagem e Representação Terrestres. As pesquisas desenvolvidas na Seção de Engenharia Cartográfica dizem respeito a Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. O objetivo principal é a pesquisa, o desenvolvimento e a aplicação de metodologias de geociências voltadas para o mapeamento e o conhecimento da superfície, dos recursos naturais, das áreas urbanas e das informações necessárias para o planejamento e para a representação e para a defesa do País.

A linha de pesquisa de Imageamento Digital tem por objetivos específicos o processamento, a análise de imagens digitais e a compreensão de cenas, com base nos dados provenientes de sensores ativos e passivos, em todos os seus níveis de aquisição. Destaca-se, nesta linha, a correção de distorções radiométricas e geométricas em imagens digitais por meio de técnicas de fotogrametria, o emprego de sensores hiperespectrais e de imagens multitemporais multisensores para a melhor compreensão da dinâmica de uso e cobertura da terra. O desenvolvimento de técnicas e conhecimentos baseados em abordagens avançadas para a detecção de alvos e reconhecimento de





feições cartográficas é feito com o uso de abordagens como a neurocomputação e de análises de imagens baseadas em objetos georreferenciados (OBIA). O uso do imageamento orbital permite a obtenção contínua de informações de toda a superfície do País com intervalos regulares de poucos dias ou até de horas, tornando importante o domínio dos métodos de obtenção de informações georreferenciadas a partir de um imenso volume de dados espaciais amplamente disponíveis atualmente, devido à crescente tecnologia de satélites e das plataformas baseadas em drone (VARP ou VANT).

A linha de pesquisa de Modelagem e Representação Terrestres tem por objetivos

específicos o desenvolvimento de diversos métodos e técnicas de coleta, tratamento e processamento de dados geodésicos provenientes de modernos sistemas de navegação, associados aos contextos de sistemas e de redes geodésicas, referente às suas componentes planimétricas e altimétricas. Nas áreas de Cartografia, destaca-se o uso de Sistemas de Informações Geográficas e a execução de análises espaciais com o emprego de técnicas cartográficas, matemáticas e estatísticas, bem como a realização de pesquisas em cartografia colaborativa, tátil e histórica, generalização cartográfica, visualização cartográfica em ambiente tridimensional e geração de protótipos com fins militares.

The Graduate Program in Cartographic Engineering

Coordinator:: Marcos de Meneses Rocha – Lt Col (pgcarto@ime.eb.br)

The graduate program in cartographic engineering focuses on Geographic Information Technology. Its two research streams are: (1) Digital Imaging and (2) Terrestrial Modeling and Representation. The researches developed in the Cartographic Engineering Section of the Institute are related to Cartography, Geodesy, Photogrammetry and Remote Sensing. The main goal is related to research, development and application of geoscience methodologies geared towards knowledge and mapping of earth surface, natural resources, urban areas and obtaining the information necessary for planning, representing and defense.

The Digital Imaging research stream has the specific objectives of processing, analyzing digital images and to understand scenes, based on data from active and passive sensors at all levels of acquisition. The correction of radiometric and geometric distortions in digital images by means of photogrammetry techniques, the use of hyperspectral sensors and multi-temporal multi-sensor images are highlighted in order to better understand the dynamics of use and land cover. The development of techniques and knowledge based on advanced approaches for the

detection of targets and recognition of cartographic features uses approaches such as neurocomputation and georeferenced Object Based Image Analysis (OBIA). Orbital imagery allows continuous retrieval of information from the entire surface of any country with regular intervals of days or hours, making it important to master the methods of obtaining georeferenced information from a huge volume of widely available spatial data (big data), due to the growing technology of satellites and drone based platforms (UAV).

The aims of the Terrestrial Modeling & Representation research stream, in the Geodetic field of knowledge, is to develop methods for data collection, data handling and processing geodetic data, planimetric and altimetric, obtained from modern navigation systems associated to geodetic references and networks. In Cartography and Geographic Information Systems it should be highlighted the spatial analysis done with cartographic, mathematics and statistical techniques. Also researches on crowdsourcing, historic and tactile cartography, visualization and generalization in tree-dimensional environment generating military prototypes.

A Pós-Graduação em Engenharia Nuclear

Coordenador: Gladson Silva Fontes – Maj (gsfontes@ime.cb.br)

O programa de Pós-Graduação em Engenharia Nuclear do IME foi implantado em 1969, a partir da transformação do antigo curso de Especialização em Engenharia Nuclear em Mestrado em Engenharia Nuclear. Este curso de Especialização iniciou a formação de engenheiros nucleares no Brasil em 1958, na então Escola Técnica do Exército. O curso, de período integral, tinha duração de um ano, com apresentação de uma monografia. Foram formados vários especialistas que desempenharam atividades no sistema universitário, nas instituições de pesquisa, em órgãos regulatórios e normativos e no setor industrial do País.

O Mestrado em Engenharia Nuclear do IME foi o primeiro curso de Mestrado em Engenharia Nuclear do Brasil.

No ano de 1958, a partir de uma necessidade nacional de se ingressar na área do conhecimento da energia nuclear, traduzida pela Criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) 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 ao IME, a primeira pós-graduação em Engenharia Nuclear, com duração de um ano e defesa de monografia. Paralelamente, entre 1956 e 1959 iniciou-se o envio de professores e pesquisadores civis e militares brasileiros aos EUA para especialização em Engenharia Nuclear. Também neste ano houve a instalação do primeiro acelerador de partículas Cockcroft Walton do Hemisfério Sul. 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 dado início à construção, em colaboração com o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), do acelerador linear de partículas de 8 MeV.

Em 1969 novas necessidades levaram o IME





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 no Brasil e PhD no Exterior, para formação de novos especialistas.

Em 1972, tem início a construção da Usina Nuclear de Angra-I e o curso de mestrado do IME, acompanhando as necessidades da área, abriu, também, em 1972 e 1973, vários Tópicos de desenvolvimento dentre os quais Cálculo e construção de reator sub-crítico com urânio natural (CNEN), e Difusão de produtos de fissão em sólidos.

Em 1974, são definidas em primeira vez as “Áreas de Pesquisa” Dinâmica do Reator dependente de espaço e energia e Propagação de pulsos de nêutrons na Equação de Transporte, dentre outras. Cada uma delas estava 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 criação do PRONUCLEAR, incluindo o IME como uma das instituições selecionadas para formação de recursos humanos 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.

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. Foi implantada também, no IME, uma planta-piloto em escala laboratorial para a produção de dióxido de urânio. Em 1988 o programa chega a sua estrutura atual, com a área de Concentração de Instalações Nucleares, e as Linhas de Pesquisa: Reatores Nucleares e Controle Ambiental.

Para os trabalhos de pesquisa, o Programa conta atualmente com os vários laboratórios, alguns recentemente modernizados com verbas de diversas fontes de financiamento. Em Reatores Nucleares, a ênfase das pesquisas é na área de cálculo neutrônico

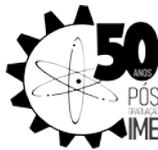
e simulação computacional. Concomitantemente a linha de pesquisa de Controle Ambiental tem focado nesses últimos três anos tanto atividades de proteção radiológica quanto de irradiação de alimentos. Quanto a proteção radiológica, os esforços são centrados na presença de radionuclídeos naturais e seus efeitos na construção civil, no uso industrial de produtos do parque minero industrial brasileiro, 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 de irradiação de alimentos, o foco é conhecer a composição química e o valor nutricional dos alimentos, e, em especial, a busca da eliminação de microorganismos e toxinas através da irradiação, tornando o alimento mais seguro ao consumo e prolongando a sua vida útil em condições de conservação e refrigeração adversas.

Diversos projetos foram submetidos 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 desta IES e com outras IES e Instituições de Pesquisa. e; (iii) priorizar a consolidação do conhecimento em tecnologias sensíveis de uso prático, indispensáveis ao desenvolvimento.

O programa vem, desde 2006, quando de visita da Comissão da CAPES, seguindo as recomendações no sentido de trabalhar a evolução do número de publicações anuais. 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 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.

Hoje, duas linhas de pesquisa, Controle



Ambiental e Reatores Nucleares, formam o embrião de desenvolvimento das atividades de pesquisas que suportam os trabalhos de formação em Engenharia Nuclear. Estas linhas de pesquisa incorporam medidas das radiações ionizantes e não-ionizantes, bem como instalações onde são processados materiais contendo radionuclídeos naturais ou artificiais, compatibilizando-se com os interesses nacionais.

Nos dias atuais, o programa de Engenharia Nuclear vem sendo condicionado a uma atualização técnica, organização de objetivos e direcionamento estratégicos, na realidade brasileira, frutos da observação e adaptação de uma nova realidade que segue a tendência tecnológica mundial, mantendo nosso país atento e atualizado no cenário geopolítico. Neste contexto, ressalta-se a participação do Brasil na INSEN (International Nuclear Security Education Network) da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), em Viena – Áustria, representado pelo Programa de Engenharia Nuclear do IME, desde fevereiro de 2014.

A INSEN, (Rede Internacional de Educação em Segurança Nuclear) compõe os trabalhos e orientações para novas sugestões de educação e ações para atuação na Segurança Nuclear e de Defesa Nuclear Internacional, com o estudo da realidade de cada país membro. Este encontro anual reúne representantes de 192 universidades de 60 países e um grande número de profissionais do setor nuclear de todo o mundo, em geral doutores, todos convidados pela IAEA. A representação do Brasil pela participação do Programa de Pós-Graduação do IME no evento descrito contribui para adquirir novos conhecimentos para a atualização das disciplinas ministradas no curso de pós-graduação da SE/7, bem como na orientação de trabalhos científicos, ajudando no desenvolvimento de trabalhos de orientação de mestrado, iniciação científica e projetos de relevância. Muitos desses projetos já estão sendo desenvolvidos na Seção de Engenharia Nuclear, contribuindo para a internacionalização e para uma maior conceituação do Programa frente aos órgãos competentes de avaliação.

O Programa de Pós-Graduação do IME tem se destacado no cenário internacional, nos últimos anos,

se fazendo presente, sempre a convite da IAEA, em todos os treinamentos internacionais da área de Segurança Nuclear, que é sempre realizado em grandes centros de pesquisa e laboratórios nacionais de tecnologia nuclear estratégica de defesa de países como EUA, Rússia, Reino Unido e França. Dentre os treinamentos congressos e representações, cita-se:

- Em 2016, a Seção de Engenharia Nuclear do IME participou da Conferência Internacional de Segurança Nuclear juntamente com o Segmento Ministerial, com ministros e representantes de ministérios, de governos de 60 países, realizada na Agência Internacional de Energia Atômica, na cidade de Viena, Áustria;

- Em 2017, a Seção de Engenharia Nuclear do IME foi o único país da América a participar da Conferência Internacional de Reatores Nucleares Rápidos e Combustíveis Relacionados, na cidade de Yekaterinburg, Federação Russa, apresentando um trabalho intitulado “Parametrização da Seção de Choque Macroscópica para reatores rápidos”.

- Em 2018, participação no Curso e Treinamento Internacional para a Proteção Física de Materiais Nucleares e Instalações Nucleares realizado no Laboratório Nacional de SANDIA, na Base Aérea de Armas Nucleares, Albuquerque, EUA (2018), com 27 países;

- Em 2018, participação no Curso e Treinamento Internacional para Contabilidade e Controle de Material Nucleares, realizado no Laboratório Nacional de Los Alamos, Novo México, EUA (2018) com 12 países;

- Em 2018, participação no primeiro curso de Defesa Cibernética Nuclear do mundo denominado Curso e Treinamento Internacional para Sistemas Básicos de Proteção Computacional em Regimes de Segurança Nuclear realizado no Laboratório Nacional de Idaho, em Idaho Falls, Idaho, EUA, com 30 países (2018);

- Em 2019, participação no Curso e Treinamento Internacional em Sistemas de Estado para Contabilidade e Controle de Material Nucleares, realizado no Laboratório Nacional de Oak Ridge, Oak Ridge, Tennessee, EUA (2019), com 19 países.



The Graduate Program in Nuclear Engineering

Coordinator: Gladson Silva Fontes – Maj (gsfontes@ime.eb.br)

The Graduate Program in Nuclear Engineering of IME was implemented in 1969, from the transformation of the former course of Specialization in Nuclear Engineering in Master's Degree in Nuclear Engineering. This Specialization course began the training of nuclear engineers in Brazil in 1958, at the then Technical School of the Army. The full-time course lasted one year, with the presentation of a monograph. A number of specialists have been trained who have carried out activities in the university system, research institutions, regulatory bodies and the industrial sector of the country.

The MSc in Nuclear Engineering of the IME was the first course of Master in Nuclear Engineering of Brazil.

In 1958, based on a national need to join the area of knowledge of nuclear energy, translated by the creation of the National Commission of Nuclear Energy (CNEN) in 1956 and to meet the demand for specialized professionals that was announced in the market of work in the nuclear area in the country, in a progressive expansion, was created in the then Technical School of the Army (ETE), predecessor to the IME, the first postgraduate in Nuclear Engineering, with a duration of one year and defense of monograph. In parallel, between 1956 and 1959, Brazilian civilian and military teachers and researchers were sent to the United States for specialization in Nuclear Engineering. Also in this year was the installation of the first Cockcroft Walton particle accelerator in the Southern Hemisphere. The sequence of the laboratory work developed around the accelerator resulted in the beginning of the development of the pilot plant in laboratory

scale for heavy water production, which served as the basis for the training of new specialists. Also in 1968, the 8MeV linear particle accelerator was started in collaboration with the Brazilian Center for Physical Research (CBPF).

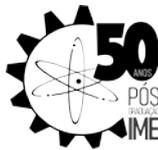
In 1969 new needs led the IME to transform the former Specialization course in the Master Course in Nuclear Engineering. In 1970 a 13 MeV neutron generator was installed in the IME for research in neutron physics. The cooperation between CNEN and IME gave rise to the special Master in Brazil in Brazil and PhD Abroad, for the training of new specialists.

In 1972, the construction of the Angra-I Nuclear Plant began and the IME master's course, following the needs of the area, also opened, in 1972 and 1973, several development topics, among which: Calculation and construction of subreactor-critical with natural uranium (CNEN), and diffusion of fission products into solids.

In 1974, the "Research Areas" of the Reactor Dynamics dependent on space and energy and the propagation of neutron pulses in the Transport Equation are defined for the first time, among others. Each was associated with an Army project in the nuclear area.

This is how, in 1975, the IME concludes the pilot plant for heavy water production, at the same time as the Federal Government sanctioned the Decree creating PRONUCLEAR, including the IME as one of the institutions selected to train human resources in the nuclear sector for 10 years. In 1976 the IME completed the construction of the 8MeV linear particle accelerator.

The evolution of PG courses in Brazil led the IME in 1976 to separate areas of concentration of Research Areas: Reactor Physics, Reactor



Engineering, Nuclear Materials, Radiation Physics; which evolved as far back as 1981 to a single area of concentration: Physics and Nuclear Facilities Engineering.

In 1982, when the neutron accelerator of 13 MeV was dismantled, the first chain reaction of Angra I was also given. A laboratory scale pilot plant for the production of uranium. In 1988 the program reaches its current structure, with the Nuclear Facilities Concentration area, and the Research Lines: Nuclear Reactors and Environmental Control.

For the research work, the Program currently has several laboratories, some recently modernized with funds from various sources of funding. Today, two lines of research, Environmental Control and Nuclear Reactors, form the embryo of development of research activities that support the training in Nuclear Engineering. These research lines incorporate measurements of ionizing and non-ionizing radiations, as well as facilities where materials containing natural or artificial radionuclides are processed, making them compatible with national interests.

In Nuclear Reactors research line, the research emphasis is in the area of neutron calculation and computational simulation. Concomitantly, the Environmental Control research line has focused in the last three years on both radiation protection and food irradiation activities. Regarding radiation protection, efforts are focused on the presence of natural radionuclides and their effects on civil construction, industrial use of products from the Brazilian industrial mining park, and methods of medical application. It is also being approached the conceptual development of new technologies aimed at the use of the beneficial effects of radiation. In food irradiation research, the focus is to know the chemical composition and nutritional value of foods, and, in particular, the search for the elimination of microorganisms and toxins through irradiation, making food safer to consumption and prolonging its life under adverse storage and refrigeration conditions.

Nowadays, the Nuclear Engineering program has been conditioned to a technical update, organization of strategic objectives and direction in the Brazilian reality, fruit of observation and adaptation of a new reality that follows the world

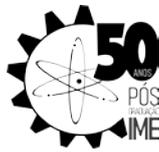
technological tendency, keeping our country attentive and up to date in the geopolitical scenario. In this context, the participation of Brazil in the INSEN (International Nuclear Security Education Network) of the International Atomic Energy Agency (IAEA) in Vienna - Austria, represented by the Nuclear Engineering Program of the IME since February 2014.

INSEN, (International Network for Nuclear Safety Education) compiles the work and guidelines for new suggestions for education and actions for Nuclear Security and International Nuclear Defense, with a study of the reality of each member country. This annual meeting brings together representatives of 192 universities from 60 countries and a large number of nuclear professionals from around the world, mostly doctors, all invited by the IAEA. The representation of Brazil through the participation of the Graduate Program of the IME in the event described contributes to acquire new knowledge for the updating of the disciplines taught in the Nuclear Engineering postgraduate course, as well as in the orientation of scientific works, helping in the development of master's degree studies, scientific initiation and projects of relevance. Many of these projects are already being developed in the Nuclear Engineering Section, contributing to the internationalization and to a greater conceptualization of the Program before the competent evaluation bodies.

The IME Postgraduate Program in Nuclear Engineering has been prominent in the international scene in recent years, making itself present, always at the invitation of the IAEA, in all the international trainings of the Nuclear Safety area, which is always carried out in large research centers and national strategic nuclear technology defense labs from countries like USA, Russia, UK and France. Among the trainings congresses and representations, it is mentioned:

- In 2016, the Nuclear Engineering Section of the IME participated in the International Nuclear Security Conference together with the Ministerial Segment, with ministers and representatives of government ministries from 60 countries, held at the International Atomic Energy Agency in the city of Vienna, Austria;

- In 2017, the IME Nuclear Engineering Section was the only country in America to attend



the International Conference on Fast Reactors and Related Fuels Cycles: Next Generation Nuclear Systems for Sustainable Development, in the city of Yekaterinburg, Russian Federation, presenting a paper entitled “Parameterization of the Macroscopic Cross Section for Fast Reactors “.

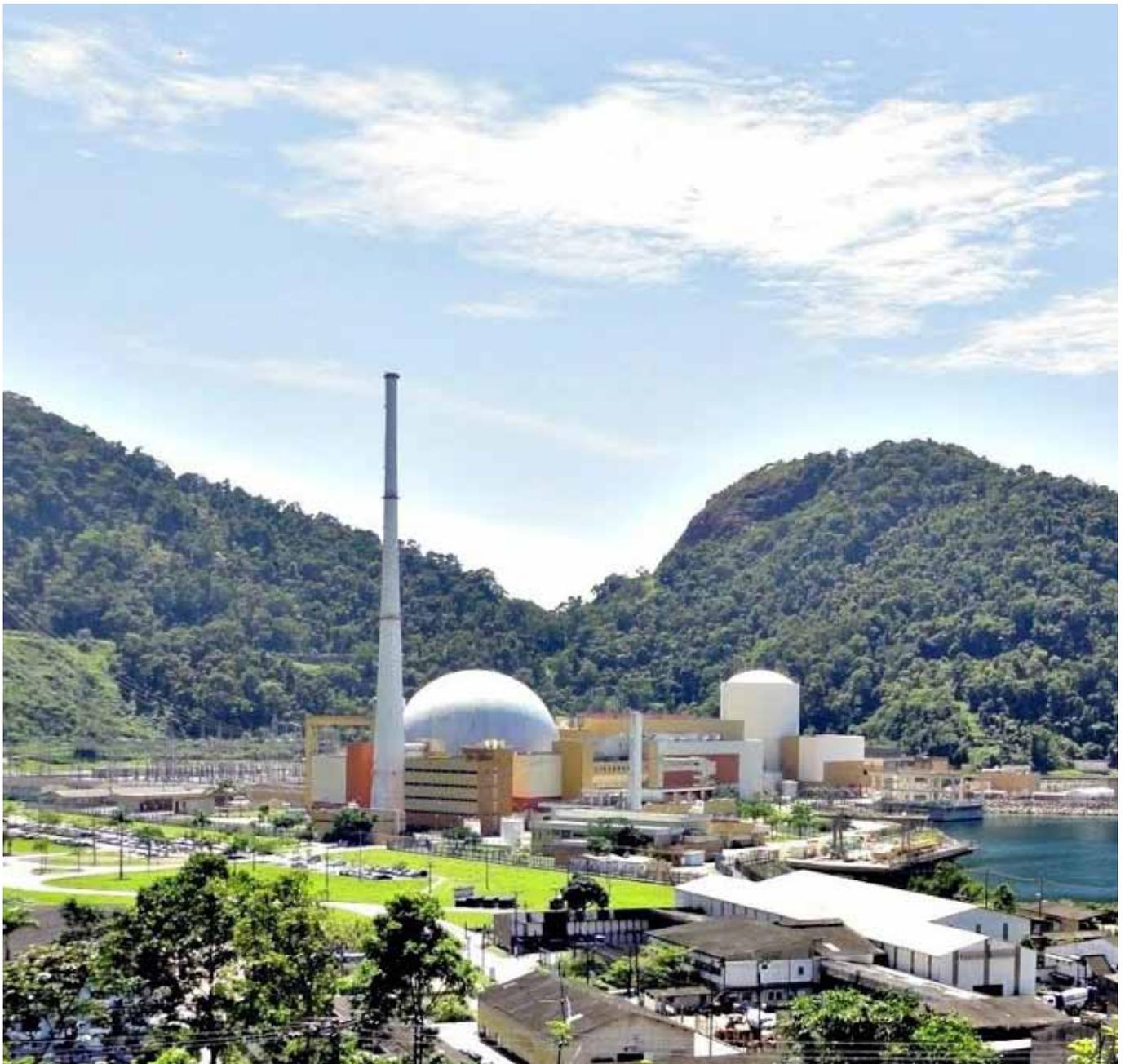
- In 2018, participation in the Course and International Training for the Physical Protection of Nuclear Materials and Nuclear Facilities held at the National Laboratory of SANDIA, at the Air Base of Nuclear Weapons, Albuquerque, USA (2018), with 27 countries;

- In 2018, participation in the Course and International Training for Accounting and Control of Nuclear Material, held at the Los Alamos

National Laboratory, New Mexico, USA (2018) with 12 countries;

- In 2018, participation in the first course of World Nuclear Cyber Defense called International Course and Training for Basic Systems of Computational Protection in Nuclear Safety Regimens conducted at the National Laboratory of Idaho, Idaho Falls, Idaho, USA, with 30 countries (2018);

- In 2019, participation in the Course and International Training in State Systems for Accounting and Control of Nuclear Material, held at the Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA (2019), with 19 countries;



A Pós-Graduação em Ciência dos Materiais

Coordenador: Wagner Anacleto Pinheiro – TC (anacleto@ime.eb.br)

Os materiais movem a sociedade na busca para o seu desenvolvimento. Assim ocorreu nas Idades da Pedra, do Bronze e do Ferro, como também na mais recentemente na Idade do Aço, do Polímero, do Silício, e atualmente, dos Nanomateriais e da Indústria 4.0. Com o desenvolvimento científico e tecnológico humano, surgiram os campos de conhecimento da Ciência e da Engenharia dos Materiais, que abrangem o estudo e a aplicação das correlações entre processamento, estrutura, propriedades e desempenho dos diferentes materiais, sendo interligados entre si e interdisciplinares com diferentes áreas de conhecimento.

O Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais (PPG-CM) do IME foi criado em 1969 e a primeira dissertação foi defendida em 1972. As raízes do PPG-CM do IME estão ligadas ao curso de

Engenharia Metalúrgica do IME, fundado em 1938. Naquela 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 esse 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 nesse 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 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 submetidos a condições extremas, como é o caso dos materiais de emprego militar.

Essa classe de materiais compreendia aços de altíssima resistência mecânica e o interesse do Exército residia no fato de serem fundamentais para o desenvolvimento de carros de combate. Quando esses 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 no estado do Rio de Janeiro. Essa demanda era, essencialmente, por conhecimentos científicos e tecnológicos necessários ao desenvolvimento de novos materiais e por recursos humanos altamente qualificados. Esse foi o ambiente que levou o curso de Engenharia Metalúrgica a se transformar, de fato, em Engenharia de Materiais e que forneceu as bases para criação do PPG-CM.

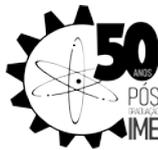
No entanto, apesar do momento propício, faltava o essencial: reunir um grupo de pessoas qualificadas que aceitassem o desafio de criar a infraestrutura laboratorial e de pessoal necessárias a um curso de pós-graduação. Alguns integrantes do curso de graduação em Engenharia Metalúrgica desempenharam um papel fundamental nessa missão. O ano era 1964 e o Professor Waldimir Pirró e Longo, na condição de chefe de Seção de Engenharia Metalúrgica, 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 Professor Longo (naquela época, Capitão do Exército) aceitou o convite do Dr. Robert Ellis Reed-Hill para, orientado por ele, cursar o mestrado e o doutorado no Departamento de Engenharia e Ciência dos Materiais da Universidade da Flórida, EUA. Após apenas dois anos e oito meses de curso, Longo regressou ao IME em 1970 e passou a ser um dos raros oficiais que possuíam o título de Ph.D. Em consequência, além das atividades docentes e de pesquisa exercidas na Seção de Engenharia Metalúrgica do IME, passou a atuar intensamente nos trabalhos de implantação da pós-graduação no Instituto, sendo promovido a Coordenador Geral de Pesquisa e Pós-Graduação.

Em 1970, o Tenente-coronel Dalton Valeriano

Alves, que se tornou chefe da Seção de Engenharia Metalúrgica ao retornar ao País após seu curso de doutorado, e um dos defensores da ideia precursora de reunir ensino tecnológico e pesquisa, uniu esforços com o Professor Longo para impulsionar o recém-criado curso de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais no IME. O cenário era favorável à criação do curso, visto que, em 1969, o curso de Pós-Graduação em Química havia sido criado no IME. Nessa ocasião, o Professor Longo e o Tenente-coronel Valeriano convidaram o Professor José Roberto da Costa Guimarães para auxiliá-los na missão de fortalecer o Programa recém-criado e ele se tornou o primeiro Coordenador do Programa.

O primeiro objetivo a ser alcançado naquele momento era reunir um grupo de docentes competentes e comprometidos com o ideal de criar um programa pioneiro de cunho científico-tecnológico dentro de uma Instituição militar de ensino superior. Para terem sucesso nessa empreitada, os professores Longo e José Roberto viajaram para os Estados Unidos dispostos a 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 Dhare (University of Poona, 1965); Ronaldo Sérgio de Biasi (University of Washington, 1971), Robert George Stang (Stanford University, 1971) e Osório Chagas Meireilles (University of New Mexico, 1970).

A primeira turma do curso se matriculou em 1971. Nessa época, os oficiais professores Dalmay Ruggeri Wollmann e João Carlos Miguez Suarez também participavam do Programa. O Professor Robert J. de Angelis se uniu ao grupo como visitante e, em seguida, o Professor Marc André Meyers se agregou ao núcleo de docentes permanentes. Desde o início de suas atividades, o Núcleo Estruturante foi de fundamental importância para o sucesso e a construção da identidade do Programa; jovens cientistas, recém-formados nas melhores universidades do mundo, trazendo para o IME pesquisas que tangenciavam a fronteira do



conhecimento. Esse foi o ponto de partida para obter os recursos financeiros e aprimorar a infraestrutura de pesquisa.

O Professor Kestenbach tornou-se o responsável pelos Laboratórios de Microscopia Eletrônica de Varredura e de Transmissão. O Professor de Biasi aceitou o desafio de criar uma Linha de Pesquisa em Ressonância Magnética, chefiando o laboratório de mesmo nome. O Laboratório de Ensaio Mecânicos foi implementado sob a liderança do Professor Longo. Os Laboratórios de Materiais Conjugados, Transformação de Fases e Filmes Finos foram implantados logo em seguida, tendo como chefes os professores K.K. Chawla, J.R. da Costa Guimarães e N. G. Dhere, respectivamente. Com as infraestruturas pedagógicas e laboratoriais estabelecidas, os primeiros alunos de mestrado do Programa iniciaram seus cursos no primeiro semestre de 1971.

Em 1972, as primeiras dissertações de mestrado foram defendidas com sucesso. Durante os anos seguintes, o Programa se consolidou e montou uma infraestrutura laboratorial de porte, graças à grande captação de recursos advindos do Exército, do Governo Federal e até mesmo do exterior, resultado de 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 e o Laboratório de Ensaio Mecânicos, tornaram-se referência nacional na área de materiais. Esse trabalho intenso e sincronizado com o próprio início da Pós-Graduação em Ciência dos Materiais e áreas afins no Brasil permitiu ao IME exercer um papel pioneiro no cenário nacional.

Uma 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 reconhecido em 1985 e 1994.

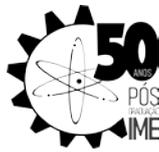
A produção acadêmica do PPG-CM vem se mantendo contínua e crescente. Até dezembro de 2018, foram aprovadas 274 dissertações de mestrado

e 108 teses de doutorado. Para divulgar os resultados das importantes pesquisas realizadas na área de Engenharia e Ciência dos Materiais, 1995 artigos foram publicados em revistas científicas nacionais e internacionais e 940 trabalhos foram apresentados em congressos no Brasil e no exterior. A avaliação da CAPES referente ao quadriênio 2013-2016 reconheceu o excelente desempenho do Programa, classificando-o com nota 6.

Esses são indicadores importantes, principalmente quando se leva em conta as dificuldades enfrentadas pelo Programa ao longo de sua trajetória. A principal ocorreu no final da década de 80, quando a maior parte dos docentes fundadores do Programa migrou para países desenvolvidos. O País passava por uma das maiores crises financeiras de sua história e a ciência e a tecnologia estiveram, sem dúvida, entre as primeiras áreas do Governo Federal a sentirem seus efeitos. Apesar de tudo, o Programa conseguiu renovar seus quadros sem perda de qualidade e, hoje, 14 doutores com formação em Engenharia e Física compõem seu núcleo permanente.

O objetivo geral do Programa, em consonância com os objetivos do IME, é formar mestres e doutores aptos a participarem do desenvolvimento científico-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 Programa conta com quatro Linhas de Pesquisa: Materiais Eletrônicos, Materiais Cerâmicos, Materiais Metálicos e Materiais Poliméricos, todas atualmente vinculadas à Área de Concentração Propriedades Físicas e Comportamento Mecânico dos Materiais, envolvendo o estudo das propriedades óticas, elétricas, térmicas e magnéticas dos materiais, além do estudo das propriedades mecânicas. O conteúdo de cada linha é frequentemente atualizado com novos projetos, os quais são incorporados à medida que novos desafios e demandas tecnológicas surgem, tanto no setor militar quanto no setor civil. Desde sua criação, o Programa atua de forma dual, explorando temas científicos comuns aos dois setores da nossa sociedade.



The Graduate Program in Materials Science

Coordinator:: Wagner Anacleto Pinheiro – Lt Col (anacleto@ime.eb.br)

Materials move society in its quest for development. That is what happened in the Stone Age, in the Bronze Age, in the Iron Age, and, more recently, in the Steel Age, in the Polymer Age, in the Silicon Age, and, currently, in the ages of Nanomaterials and Industry 4.0. With scientific and technological development, the field of Materials Science and Engineering, which covers the study and application of the relations between processing, structure, properties and performance of different materials, has been connected with different areas of knowledge.

IME's Graduate Program in Materials Science (PPG-CM) was created in 1969 and the first thesis was defended in 1972. The roots of IME's PPG-CM are linked to the undergraduate course on Metallurgical Engineering, that started in 1938. At that time, the Brazilian Army was concerned with the difficulty of Brazil producing the most basic engineering materials required not only for military equipment but also for other segments of the industry, a fact that prevented Brazil from becoming an industrialized nation.

Several actions by IME, initiated in the 1950s, were taken in order to reduce this technological gap. Brazil had just entered the period of industrialization and IME's Metallurgical Engineering Course was to play a prominent role in the steel industry and in the production of aluminum, sectors considered a priority by the Federal Government. By the end of the 1960s, Brazil already had an appreciable industrial park and the interests of the Brazilian Army turned to the development of materials subject to extreme conditions, as often happens for military equipment. This class of materials included steels of very high mechanical strength and the interest of the Army laid in the fact that they were fundamental for the development of armoured vehicles. When these

materials are in service, properties such as high hardness and high tensile strength are required for ballistic protection. It was thus a very favourable scenario to create a graduate program because there was a demand from both Army and many industries that had settled in the Rio de Janeiro state. This demand was mainly due to scientific and technological knowledge required for the development of new materials and for highly qualified human resources. This was the environment that led the Metallurgical Engineering course to become, in fact, a Materials Engineering course and which provided the basis for the creation of PPG-CM.

However, despite the right moment, an essential thing was missing: to bring together a group of qualified people who would take up the challenge of creating the laboratory and staff infrastructure required for a graduate course. Some members of the undergraduate course in Metallurgical Engineering played a key role in this mission. The year was 1964 and Professor Waldimir Pirró e Longo, as head of the Metallurgical Engineering Department, participated in countless commissions and meetings in an attempt to convince the upper echelons of the Army of the need for IME to keep up with the vanguard of teaching associated with research scientific basis. To prepare adequately for this challenge, Professor Longo (at that time, Army Captain) accepted the invitation of Dr. Robert Ellis Reed-Hill to be his adviser in master and doctorate courses

in the Department of Materials Science and Engineering of the University of Florida, USA. After only two years and eight months of study, Longo returned to IME in 1970 and became one of the few officers who held a Ph.D. As a result, in addition to the teaching and research activities carried out in the Metallurgical Engineering Section of IME, he started to work intensively in the implementation



of the graduate program at the Institute, being promoted to General Coordinator of Research and Graduate Studies.

In 1970, Lieutenant Colonel Dalton Valeriano Alves, who became head of the Metallurgical Engineering Section upon his return to the country after his doctoral program, and one of the pioneers of the idea of bringing together technological teaching and research, joined forces with Professor Longo to boost the recently created Graduate course in Materials Science at IME. The scenario was favourable to the creation of the course, since, in 1969, the graduate course in Chemistry had been created at IME. On that occasion, Professor Longo and Lieutenant Colonel Valeriano invited Professor José Roberto da Costa Guimarães to assist them in the mission of strengthening the newly created Program and he became the first of the Program Coordinator.

The first objective to be achieved at that time was to bring together a group of competent teachers committed to the ideal of creating a pioneering scientific-technological program within a military institution of higher education. To succeed in this endeavour, Professors Longo and José Roberto travelled to the United States willing to motivate some bright young doctors to transfer to Rio de Janeiro to start a new professional and life project. From this work came what was known as the Structuring Nucleus of the Program, formed by professors 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) and Osorio Chagas Meirelles (University of New Mexico, 1970).

The first class of the course was enrolled in 1971. At that time, Brazilian Army officers Dalmay Ruggeri Wollmann and João Carlos Miguez Suarez also participated in the Program. Professor Robert J. de Angelis joined the group as a visitor, and then Professor Marc André Meyers joined the core of permanent professors. Since the beginning of its activities, the Structuring Nucleus was of fundamental importance for the success and construction of the Program's identity; young

scientists, recently graduated in the best universities in the world, bringing to IME research that touched the frontier of knowledge. This was the starting point for getting the financial resources and improving the research infrastructure.

Professor Kestenbach became responsible for the Scanning and Transmission Electron Microscopy Laboratories. Professor de Biasi accepted the challenge of creating a Magnetic Resonance Research Line, leading the laboratory of the same name. The Laboratory of Mechanical Testing was implemented under the leadership of Professor Longo. The Laboratories of Composite Materials, Phase Transformation and Thin Films were implanted soon after, with Professors K.K. Chawla, J.R. da Costa Guimarães and N. G. Dhere, respectively as their leaders. With the pedagogical and laboratory infrastructures established, the first master students of the Program began their courses in the first semester of 1971.

In 1972, the first master theses were successfully defended. During the following years, the Program was consolidated, and a large laboratory infrastructure was created, thanks to the large funds raised by the Army, the Federal Government and even abroad, as a result of agreements and contacts established by the professors. Thus, the laboratories of the Program also began to attend and collaborate with the other programs in the country, so that some of them, such as the Laboratory of Electronic Microscopy and the Laboratory of Mechanical Tests, became a national reference in the area of materials. This intense and synchronized work with the very beginning of the Graduate Program in Materials Science and related areas in Brazil allowed IME to play a pioneering role in the national scenario.

A demonstration of this pioneering work is that IME was the venue for the First Brazilian Congress of Materials Engineering and Science (1974), the First Congress of the Brazilian Vacuum Society (1980) and the Third Brazilian Symposium on Electronic Microscopy and Techniques Associated with Materials Research (1992). The Program was accredited by the Federal Council of Education in 1979 and reaccredited in 1985 and 1994.

The academic output of PPG-CM has continued to grow steadily. By December 2018, 274 master theses and 108 doctoral dissertations were approved. In order to disseminate the results of the important

research carried out in the area of Materials Science and Engineering, 1995 articles were published in national and international scientific journals and 940 papers were presented at congresses in Brazil and abroad. The CAPES evaluation for the quadrennium 2013-2016 recognized the excellent performance of the Program, classifying it into score 6.

These are important indicators, especially when considering the difficulties faced by the Program throughout its trajectory. The main one occurred in the late 1980s, when most of the founding teachers of the Program migrated to developed countries. The country was experiencing one of the biggest financial crises in its history, and science and technology were undoubtedly among the first areas of the Federal Government to feel its effects. Despite everything, the Program was able to renew its staff without loss of quality and, today, 14 doctors with a background in Engineering and Physics make up its permanent nucleus.

The overall objective of the Program, in line with the objectives of IME, is to train masters and doctors

who are able to participate in the scientific and technological development of the Brazilian Army and civil society. Specifically, the Program aims at the training of graduates qualified to perform functions and activities in the field of Materials Science, regarding scientific research and development of new materials.

The Program has four Research Lines: Electronic Materials, Ceramic Materials, Metallic Materials and Polymeric Materials, all currently linked to the Area of Concentration Physical Properties and Mechanical Behaviour of Materials, involving the study of the optical, electrical, thermal and magnetic properties of materials, besides the study of the mechanical properties. The content of each line is often updated with new projects, which are incorporated as new challenges and technological demands arise in both the military and civilian sectors. Since its inception, the Program has been working in a dual way, exploring scientific themes common to both sectors of our society.



A Pós-Graduação em Sistemas e Computação

Coordenador: Júlio César Duarte – TC (duarte@ime.eb.br)

O Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação do IME é caracterizado pelo pioneirismo e dedicação dos seus corpos docente e discente. O corpo docente do Programa compõe-se de professores civis e militares altamente qualificados que desenvolvem pesquisas relevantes e inovadoras. O corpo discente é formado por oficiais das Forças Armadas, civis e oficiais de Forças Armadas de outros países.

Destaca-se, como um dos primeiros registros de interesse da área de Computação dentro do IME, a vinda do pesquisador alemão Helmut T. Schreyer ao Brasil. O Dr. Schreyer, de 1936 a 1938, trabalhou conjuntamente com o Dr. Konrad Zuse no desenvolvimento do primeiro computador digital do mundo, o Z1. O Dr. Schreyer foi professor do IME na Seção de Engenharia Elétrica entre os anos de 1959 e 1984, e em 1966 publicou o livro: “Circuitos de Comutação”.

Em 1972, foi oficializada a pesquisa em computação no IME com enfoque nas áreas de Pesquisa Operacional e Matemática Aplicada. No ano seguinte, vislumbrando a novas demandas da sociedade e do Exército Brasileiro, foi criada uma nova área de pesquisa voltada

especificamente para Informática.

Em 11 de outubro de 1974, foi defendida a primeira dissertação de mestrado do curso de Sistemas e Computação intitulada: Comparação entre Modelos Matemáticos para Alocação de Recursos nas Universidades, de autoria de Zélia Maria Lucena de Mendonça.

Já em 23 de abril de 1975, foi defendida a primeira dissertação classificada oficialmente como sendo da área de Informática, sob o registro da biblioteca do IME número 423164, cujo título foi: Simulador do Computador MIX no IBM 1130, de autoria de Paulo Silva de Vasconcelos.

Desde o início, a multidisciplinaridade seria uma das características relevantes do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação. Assim, no período de 1973 a 1978, foi firmado o convênio com o Centro de Informações Nucleares (CNEN/CIN), que permitiu estudos na área de Recuperação da Informação, gerando inúmeros trabalhos e monografias voltados para aplicações e pesquisas realizadas no CIN.

A linha de pesquisa em criptologia surgiu no final da década de 1970 por demanda do Ministério de





Relações Exteriores e foi vinculada a Pós-Graduação em Matemática Aplicada e, logo depois, a de Informática, em parceria com a Universidade Federal Fluminense. Esta foi uma das primeiras iniciativas de pesquisa em criptografia no Brasil.

Na década de 1980, houve a contratação de diversos professores e pesquisadores para atuar nas novas áreas emergentes de pesquisa da época, tais como: banco de dados, linguagens de programação, lógica, inteligência artificial e redes de computadores. Alguns alunos formados nesta época atuam hoje como professores e pesquisadores do IME. Outros ocupam posições de destaque em diferentes instituições civis e das esferas do Governo Federal.

As contribuições do Programa para a sociedade foram materializadas ao longo dos anos seguintes por diversas iniciativas. Em 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 daquele ano. Em 1992, foi firmado um convênio com o CNPq, que resultou na doação de quatro estações SUN ao IME, estabelecendo um novo padrão de tecnologia na infraestrutura de laboratórios do curso de Sistemas e Computação. Esse fato resultou também na inclusão de novas disciplinas voltadas à tecnologia UNIX. Em 1994, com o apoio da FAPERJ, a equipe de Informática instalou a tecnologia voltada para acesso à 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. Outra cooperação que merece destaque e que vem se concretizando através de diversos projetos na área de Bioinformática, desde 2004, é com a FIOCRUZ.

Ademais, no período de 2001 a 2008, o corpo docente contribuiu para a realização do Exame Nacional para Ingresso na Pós-Graduação em Computação (POSCOMP). Neste período, o IME serviu de sede deste exame no Rio de Janeiro.

A realização de eventos importantes também tem sido fomentada ao longo dos anos pelo Programa. Em várias oportunidades os professores e pesquisadores participaram da organização e realização de diversos eventos: 19th International Symposium on Mathematical Programming, ocorrido no IME em 2006; XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (com 18 eventos paralelos), realizado no

IME em 2007; International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM'09), também ocorrido no IME em 2009; 9th International Information and Telecommunication Technologies Symposium (I2TS), realizado no Centro Empresarial Rio de Botafogo, RJ, em 2010. Mais recentemente, em 2018, a 33ª edição do Simpósio Brasileiro de Bancos de Dados (SBBDD) foi organizada pela equipe de professores do programa. Este é considerado o mais importante fórum da América Latina para debates nesta área e é o evento oficial da área de Bancos de Dados da Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Os alunos formados pelo 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 diversas empresas de renome nacional e internacional.

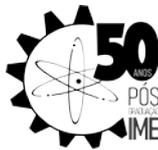
Além desses alunos que seguiram para o mercado de trabalho, os alunos formados também são aceitos em programas de Doutorado nível 7 no Brasil, nível máximo na sistemática atual de avaliação da CAPES, além de programas de doutorado no exterior em países como Estados Unidos, Inglaterra, Portugal e Alemanha.

Até o final do ano de 2018, o Programa já havia formado um total de 733 mestres desde civis e militares nascidos no Brasil, bem como militares estrangeiros. O Programa busca manter vínculos com ex-alunos, formando grupos de pesquisa cujos integrantes participam, mesmo a distância, dos trabalhos em curso.

A colaboração com a graduação é também um dos pontos fortes do Programa. Projetos de Final de Curso são utilizados como ferramentas de cooperação com dissertações de mestrado e incentivo ao trabalho em pesquisa para os alunos da graduação.

Atualmente, o programa possui a Ciência da Computação como área de concentração de pesquisa. Esta área de concentração se divide em três linhas de pesquisa: Metodologia da Computação, Sistemas de Computação e Engenharia de Sistemas e Informação.

A linha de Metodologia da Computação tem como objetivo o desenvolvimento de modelos de sistemas computacionais, bem como técnicas para tratar e analisar esses modelos, abordando assuntos relacionados com Teoria da Computação e Matemática da Computação. A linha de Sistemas e Computação investiga técnicas, modelos e metodologias para a construção de sistemas computacionais que se caracterizam por aspectos



de distribuição, automação, simulação, visualização e segurança. A linha de Engenharia de Sistemas e Informação tem como objetivo o desenvolvimento de conceitos, modelos, técnicas e processos para o desenvolvimento de tecnologias e de sistemas de informação.

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, 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 03 laboratórios temáticos que apoiam o ensino, pesquisa e desenvolvimento em áreas específicas: Laboratório de Banco de Dados e Engenharia de Software (LabDS), Laboratório de Sistemas Distribuídos (LabSD) e o Laboratório de

Robótica e Inteligência Computacional (RoboLab).

Outra iniciativa, fruto da Estratégia Nacional de Defesa, corroborou para o desenvolvimento do Programa Estratégico de Defesa Cibernética, conduzido pelo Exército Brasileiro, que tem por finalidade coordenar e integrar projetos e processos do Setor Cibernético, bem como desenvolver as capacidades cibernéticas das Forças Armadas por meio da atuação conjunta. Neste contexto, o IME tem coordenado o financiamento e implantação do Laboratório para Alto Desempenho de Defesa Cibernética onde estão instalados uma nuvem computacional, um cluster e um supercomputador, tornando o Programa o braço acadêmico do Exército Brasileiro na formação de recursos humanos, em nível de Pós-graduação, na área de Defesa Cibernética. Os integrantes do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação do IME participam deste processo por meio de projetos de pesquisa científica que podem utilizar toda a infraestrutura fornecida visando fomentar o estudo do tema.





The Graduate Program in Computer and Systems

Coordinator:: Júlio César Duarte – Lt Col (duarte@ime.eb.br)

The Graduate Program in Systems and Computing of the IME is characterized by the pioneerism and dedication of its faculty and student body. The faculty of the Program is composed by highly qualified civilian and military professors who carry out relevant and innovative research. Officers from the Armed Forces from Brazil and other countries as well as students from public or particular schools form its student body.

An important milestone of the Computing area at IME was the arrival of the German researcher Helmut T. Schreyer in Brazil. From 1936 to 1938, Dr. Schreyer worked together with Dr. Konrad Zuse on the development of the first digital computer in the world, the Z1. Dr. Schreyer was a Professor at IME's Electrical Engineering Department between 1959 and 1984, and, in 1966, he published the book: "Circuitos de Comutação" (Commutation circuits).

In 1972, research in the Computing area officially began at IME, initially focused on Operational Research and Applied Mathematics. The following year, due to new demands from the Brazilian society and Army, a new area of research, specific for Informatics, was created.

On October 11, 1974, the first dissertation of the Systems and Computing program, entitled: Comparison between Mathematical Models for Resource Allocation in Universities, by Zélia Maria Lucena de Mendonça, was concluded.

On April 23, 1975, the first dissertation in the area of Informatics was concluded. Authored by Paulo Silva Vasconcelos and entitled: MIX Computer Simulator in IBM 1130, it takes the IME's library record number 423164.

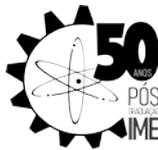
Since the beginning, we realized that multidisciplinary would be one of the relevant characteristics of the Graduate Program in Systems and Computing. Thus, from 1973 to 1978, an agreement was

signed with the Nuclear Information Center (CNEN / CIN), which allowed studies in the area of Information Retrieval, generating several papers and monographs aimed at applications and research conducted at CIN.

The research line in cryptology appeared in the late 1970s at the request of the Ministry of Foreign Affairs and was linked to the Applied Mathematics Program and then to the Computer Science Program in partnership with the Fluminense Federal University. This was one of the first cryptography research initiatives in Brazil.

In the 1980s, several professors and researchers were hired to work in the new emerging research areas of the time, such as: database, programming languages, logic, artificial intelligence and computer networks. Some graduate students from that time are now teachers and researchers at IME, while others occupy prominent positions in different civilian institutions and agencies of the Government.

The contributions of the Program to society were materialized over the years by various initiatives. In 1987, the current masters course in Systems and Computing of the Computer Engineering Section at IME was legally created within the Army by the ordinance No. 002-EME, in January 16, of the General Staff, and began its activities in the first period of that year. In 1992, an agreement was signed with CNPq, which resulted in the donation of four SUN stations to IME, establishing a new technology standard in the infrastructure of the laboratories. This also resulted in the inclusion of new disciplines focused on UNIX technology. In 1994, with the support of FAPERJ, the Informatics team installed new technology to grant Internet access to IME, making the Institute the first and only Military Organization of Brazil with Internet access at the time. After that, IME granted access to other Military Organizations through its link. Another cooperation that deserves to be highlighted is with



FIOCRUZ, and has been materialized through several projects in the field of Bioinformatics since 2004.

In addition, from 2001 to 2008, IME contributed to the execution of the National Exam for Post-Graduation in Computing (POSCOMP). During this period, IME hosted this examination in Rio de Janeiro.

The realization of important events has also been fostered over the years by the Program. On several occasions, teachers and researchers participated in the organization and conduction of several events: 19th International Symposium on Mathematical Programming, held at the Praia Vermelha campus of UFRJ, ECEME and IME in 2006; XXVII Brazilian Computer Society Congress (with 18 parallel events), held at IME in 2007; International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM'09), also occurred at IME in 2009; 9th International Information and Telecommunication Technologies Symposium (I2TS), held at Centro Empresarial Rio de Botafogo, RJ, in 2010. And, more recently, in 2018, the 33rd edition of the Brazilian Symposium on Databases (SBBDD) was organized by our program. This is considered the most important forum in Latin America for debates in this area and is the official event of the Databases area for the Brazilian Computer Society (SBC).

The students who graduated from the Program have achieved outstanding positions in the labor market, academy or Armed Forces. In particular, with respect to the labor market, we have alumni working in several companies of national and international renown.

In addition to these students who went to the job market, graduate students are also accepted in Level 7 doctoral programs in Brazil, maximum level in the current evaluation system of CAPES, as well as doctoral programs abroad in countries such as the United States, England, Portugal and Germany.

By the end of the year 2018, the Program had already formed a total of 733 masters including civilians and military born in Brazil, as well as foreign military. The Program seeks to maintain links with its alumni, forming research groups whose members participate, even if remotely, in the works in progress.

The collaboration with undergraduate students is also one of the Program's strengths. Undergraduate dissertations are used as tools for cooperation with master's dissertations and as an incentive for research work of the undergraduate students.

Currently, the Program's research concentration

area is Computer Science. This is further divided into three main research lines: Computational Methodology, Computational Systems and Systems and Information Engineering.

The Computational Methodology research line aims at the development of computational systems models, as well as techniques to treat and analyze these models, addressing subjects related to Computer Theory and Computer Mathematics. The Systems and Computation research line investigates techniques, models and methodologies for the construction of computational systems that are characterized by aspects of distribution, automation, simulation, visualization and security. Finally, the Systems and Information Engineering research line aims to develop concepts, models, techniques and processes for the development of technologies and information systems.

The Program has the necessary infrastructure for its operation. The physical area includes administration space, teachers' rooms, laboratories, classrooms, study room for students and seminar room, all with adequate furniture. All the facilities of the Program are interconnected by networks and offer wireless Internet access. The Computer Engineering Section maintains a Programming Laboratory to support undergraduate and graduate education. It has also 03 thematic laboratories that support teaching, research and development in specific areas: Laboratory of Database and Software Engineering (LabDS), Laboratory of Distributed Systems (LabSD) and Laboratory of Robotics and Computational Intelligence (RoboLab).

Another initiative, as the result of Brazilian's "National Defense Strategy", enabled the development of the Strategic Program for Cyber Defense, conducted by the Brazilian Army, whose purpose is the coordination and integration of Cybernetic Sector projects and processes, as well as the development of cybernetic capabilities of the joint Armed Forces. In this context, IME has been coordinating the financing and deployment of the Cyber Defense High Performance Laboratory where a computer cloud, a cluster and a supercomputer are installed, making our Program the academic executor for the Brazilian Army in the specialization of human resources, in the area of Cyber Defense. The members of our Program participate in this process through scientific research projects that may use all of this provided infrastructure to foster the study of this subject.

Pós-Graduação em Engenharia de Defesa

Coordenador: Antônio Eduardo Carrilho da Cunha - Cel (carrilho@ime.eb.br)

Com o início das atividades docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Defesa (PGED) a partir de fevereiro de 2007, o Instituto Militar de Engenharia (IME) busca orientar efetivamente seus cursos e pesquisas para a área de Defesa e para as necessidades do Exército Brasileiro (EB). Este objetivo encontra-se em consonância com as diretrizes do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) do EB e com a Política de Defesa Nacional, lançada em junho de 2005 pelo Ministério da Defesa, no que se refere à capacitação científica e tecnológica das Forças Armadas e da Sociedade Civil.

O PGED visa atender a demanda nacional

por pessoal altamente qualificado e especializado, investindo numa formação assentada em pesquisa básica de qualidade e com inserção internacional. Os cursos do PGED têm por principal finalidade a habilitação de profissionais com nível superior ao desempenho de atividades de pesquisa e docência, capacitando alunos militares e civis a ampliar e aprofundar seus conhecimentos nas diversas áreas da ENGENHARIA e das CIÊNCIAS voltadas para problemas CIENTÍFICOS-TECNOLÓGICOS de interesse da DEFESA NACIONAL.

O programa conta atualmente com uma área de concentração (AC), subdividida em três linhas de pesquisa (LP), a saber: AD de Engenharia de Defesa



e LP de Comunicações e Inteligência em Sistemas de Defesa, de Mecatrônica e Sistemas de Armas e de Modelagem e Simulação em Sistemas de Defesa.

A Engenharia de Defesa é 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, os 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. Na Engenharia de Defesa são 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.

A LP de Comunicações e Inteligência em Sistemas de Defesa engloba projetos ligados a comunicações militares e aspectos científicos e tecnológicos na obtenção, análise, processamento e emprego de dados para geração de subsídios às ações de inteligência dos órgãos ou agentes de defesa. Ainda no escopo da linha 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.

A LP de Mecatrônica e Sistemas de Armas contempla as diversas etapas da concepção de um sistema de armas: sejam nos aspectos mais abrangentes, sejam naqueles mais específicos como o controle de um veículo aéreo não-tripulado (VANT) ou o planejamento de sua missão. Esta linha engloba os projetos e pesquisas 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 LP de Modelagem e Simulação em Sistemas de Defesa lida com o emprego de métodos numéricos e modelos matemáticos, algoritmos computacionais avançados e computação de alto desempenho para investigar aspectos fundamentais de fenômenos físicos, químicos, biológicos e geográficos relacionados aos Sistemas de Defesa pesquisados nas demais LPs. Ao abordar temas de pesquisa relacionados às outras duas linhas, esta LP assume um caráter fortemente interdisciplinar e integrador no PGED. Esta LP contempla vários elementos de um Sistema de Defesa, com destaque nos seguintes assuntos: 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, simulação de fenômenos que envolvam defesa e segurança pública, e do comportamento atômico de materiais energéticos.

O corpo docente do PGED conta atualmente com 23 docentes, sendo dois colaboradores externos ao IME. Critérios para escolha dos docentes estão relacionados à produtividade acadêmica, à experiência profissional e à disponibilidade de atuar nas linhas de pesquisa propostas. Leva-se também em conta a necessidade de equilíbrio do número de docentes por linha de pesquisa.

São oferecidos cursos de mestrado e doutorado acadêmicos, sendo os alunos direcionados para realizar teses e dissertações interdisciplinares. As disciplinas a serem cursadas refletem esta necessidade de ampla formação. Durante o curso, busca-se formar os alunos por meio de estímulos aos atributos de criatividade, competência técnica e de liderança intelectual. Ressalta-se que uma sólida formação em pesquisa básica, gerando conhecimentos e divulgação nos principais congressos e revistas científicas internacionais, permitirá também que o egresso trabalhe com pesquisas aplicadas em centros de pesquisa e nas indústrias e ainda possa fazer parte dos quadros de pessoal dos vários órgãos do Ministério da Defesa.

O programa foi reconhecido com conceito 4

em nível de Mestrado e de Doutorado pela CAPES em dezembro/2008 e manteve o conceito 4 nas últimas avaliações da CAPES de 2010-2012 e 2013-2016.

De 2009 a junho de 2019 foram concluídos 76 trabalhos acadêmicos no PGED, sendo 37 teses de doutorado e 39 dissertações de mestrado. Os titulados foram 42 militares e 33 civis.

Considerando os 37 doutores egressos, 23 (62,2%), civis e militares, atualmente desenvolvem atividades profissionais em tempo integral em instituições ligadas ao Ministério da Defesa; 17 (45,9%) atuam como professores do magistério superior, sendo 10 em instituições de ensino superior da área de Defesa (27,0%); 12 (32,4%) são pesquisadores em centros ou institutos de pesquisa; e somente 1 não atua nas áreas de ensino, pesquisa ou técnica (2,7%).

Considerando os 39 mestres egressos, profissionais de diferentes áreas das engenharias e de outras das ciências exatas foram titulados em nível mestrado no PGED, sendo que 19 egressos (48,7%) desenvolvem atividades profissionais em tempo integral em instituições ligadas ao Ministério da Defesa; 9 (23,1%) continuaram o doutorado

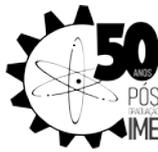
ou obtiveram o título de doutor em diferentes universidades do Brasil ou do exterior; 3 (7,7%) são professores universitários, tanto em universidades civis como no próprio IME; e 6 (15,4%) são pesquisadores em instituições de P&D.

Dos 42 militares egressos, 35 (83,3%) são do Exército Brasileiro, na sua quase totalidade do Quadro de Engenheiros Militares do Exército Brasileiro, 4 (9,5%) são da Marinha do Brasil, 1 (2,4%) é da Força Aérea, 1 é da Polícia Militar do Rio de Janeiro e 1 é do Exército do Equador.

Dos 33 civis egressos, destacam-se 3 (9,1%) oriundos do IBGE, 2 (6,1%) funcionários civis pesquisadores da Marinha do Brasil, outros 2 do INMETRO, 1 (3,0%) da Comissão Regional de Obras do Acre do Exército Brasileiro, 1 da Polícia Civil do Rio de Janeiro, 1 do INT, e 1 do IFTO.

Os números apresentados são evidências objetivas de que os objetivos propostos pelo PGED estão sendo atingidos. Assim, o PGED, em função de suas características, reforça as tradições de pioneirismo e de excelência do IME, contribuindo para o aumento do poder dissuasório do País pelo o avanço científico-tecnológico e para a formação de recursos humanos especializados.





The Graduate Program in Defense Engineering

Coordinator:: Antônio Eduardo Carrilho da Cunha - Col (carrilho@ime.eb.br)

With the beginning of the activities of the Graduate Program in Defense Engineering (PGED) as of February 2007, the Military Engineering Institute (IME) seeks to effectively guide its courses and research for the Defense area and the Brazilian Army (EB) needs. This objective is in line with the directives of the Department of Science and Technology (DCT) of Brazilian Army and with National Defense Policy, launched in June 2005 by the Ministry of Defense, regarding the scientific and technological capacity of the Armed Forces and Civil Society.

The PGED aims to meet the public demand by highly qualified and specialized personnel, investing in training based on quality basic research and with international insertion. PGED courses have as a primary purpose the qualification of professionals with a higher level of performance of research and teaching activities, enabling military and civilian students to make broader and deeper their knowledge in the various areas of ENGINEERING and SCIENCES focused on SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL problems of interest of the NATIONAL DEFENSE.

The program currently comprises a concentration area (Defense Engineering), subdivided into three research lines: Communications and Intelligence in Defense Systems, Mechatronics and Weapon Systems and Modeling and Simulation in Defense Systems.

Defense Engineering is the area that deals with all branches related to the defense industry and defense systems. It is a multidisciplinary and interdisciplinary endeavor that develops itself in a transdisciplinary environment, integrates knowledge based from engineering, physics, chemistry, biology and material science and is configured as a complex area that covers aspects of analysis and synthesis

related to the development, design, optimization, integration, certification, evaluation, operation and defense-applied systems logistics. Thus, Defense Engineering integrates knowledge from several branches of Engineering and Science, focusing on basic and applied research aimed at Defense Systems development.

Defense Systems are, in their various aspects, the objects of Defense Engineering and comprise all the technological apparatuses capable of defending a region or the sovereignty of a country against an external threat. In Defense Engineering, Defense Systems are studied according to three basic directives: terrain, information flow and the Weapon Systems. An Arm System is a combat instrument capable of carrying out a military mission operating as a single entity, encompassing personnel and all necessary elements such as equipment, operational techniques, facilities, and support services.

The Communications and Intelligence in Defense System line of research encompasses projects related to military communications and scientific and technological aspects in the collection, analysis, processing, and use of data for the generation of subsidies to the intelligence actions of defense agencies or agents. Also, in the scope of this line are the integration aspects of solutions involving electronics (for communications) and information processing in weapons systems and other defense systems.

The Mechatronics and Weapon Systems line of research contemplates the various stages of the design of a weapons system: either in the broader as in, the more specific aspects such as an unmanned aerial vehicle (UAV) control or the planning of its mission. This area encompasses projects and research in the areas of armament, structural mechanics, automatic control systems, global and inertial geodetic navigation, guidance, systems



dynamics, instrumentation, signal processing, filtering, propulsion, ballistics, and other related matters.

The Modeling and Simulation in Defense Systems line of research deals with the use of numerical and mathematical models, advanced computational algorithms and high-performance computing to investigate fundamental aspects of physical, chemical, biological and geographic phenomena related to the Defense Systems researched in other research lines. When addressing research topics associated with the other two lines, this one assumes a strongly interdisciplinary and integrative character in PGED. This line also includes several elements of a Defense System, with emphasis in the following subjects: digital surface modeling, building information modeling, visualization of virtual scenarios, image processing and interpretation, representation of indeterminate boundary phenomena, navigation and positioning, simulation and performance analysis of strategic and tactical communications systems, simulation of phenomena involving defense and public safety, and the atomistic behavior of energy materials.

PGED currently has 23 professors, two of whom are IME external collaborators. Criteria for choosing professors are related to academic productivity, professional experience, and the willingness to act in the proposed lines of research. It also considers the need to balance the number of professors per corresponding line of research. .

Academic master's and doctoral degrees are offered, and students are directed to undertake interdisciplinary thesis and dissertations. The disciplines to be followed reflect this need for extensive training. During the course, it is sought to train the students through stimuli to the attributes of creativity, technical competence, and intellectual leadership. It should be emphasized that a solid background in basic research, generating knowledge and dissemination in the leading congresses and international scientific journals, will also allow the graduate to work with applied research in industry, research centers and also be part of the staff of various agencies of Ministry of Defense.

The program was recognized with concept 4 at

Masters and Doctoral level by CAPES in December 2008 and maintained concept 4 in the latest CAPES evaluations of 2010-2012 and 2013-2016.

From 2009 to June 2019, 76 academic works were completed in PGED, of which 37 doctoral theses and 39 master's dissertations. The graduates were 42 military and 33 civilians.

Considering the 37 graduates from PhD degree, 23 of them (62.2%), civilian and military, currently carry out full-time professional activities in institutions subordinated to the Ministry of Defense; 17 (45.9%) work as professors in higher education, 10 of them in higher education institutions in Defense area (27.0%); 12 (32.4%) are researchers in research institutes or centers; and only 1 does not work in the teaching, research or technical areas (2.7%).

Considering the 39 graduates from master's degree, professionals from different areas of engineering and from other areas of the exact sciences were graduated in PGED. From those graduates, 19 of them (48.7%) work full time in institutions subordinated to the Ministry of Defense; 9 of them (23.1%) continued their doctorate or obtained a doctorate in different universities in Brazil or abroad; 3 of them (7.7%) are university professors, both in civil universities and in the IME itself; and 6 of them (15.4%) are researchers in R&D institutions.

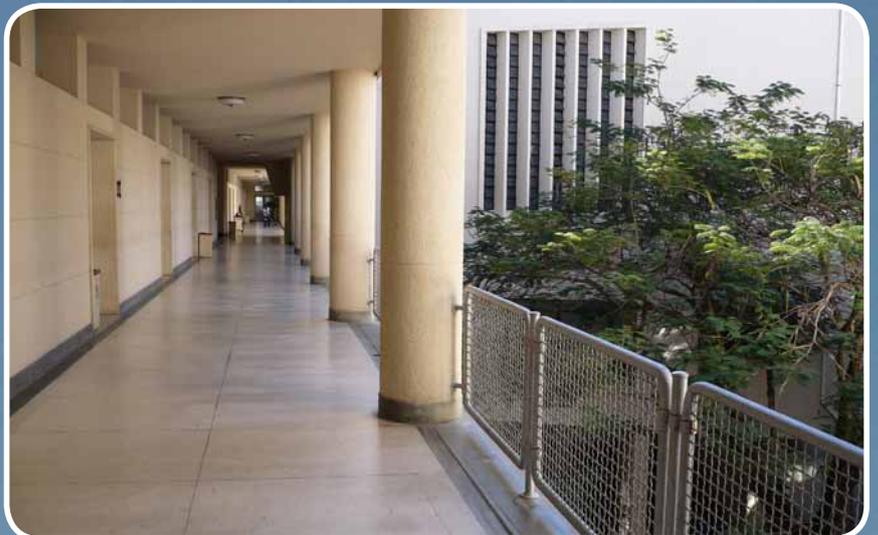
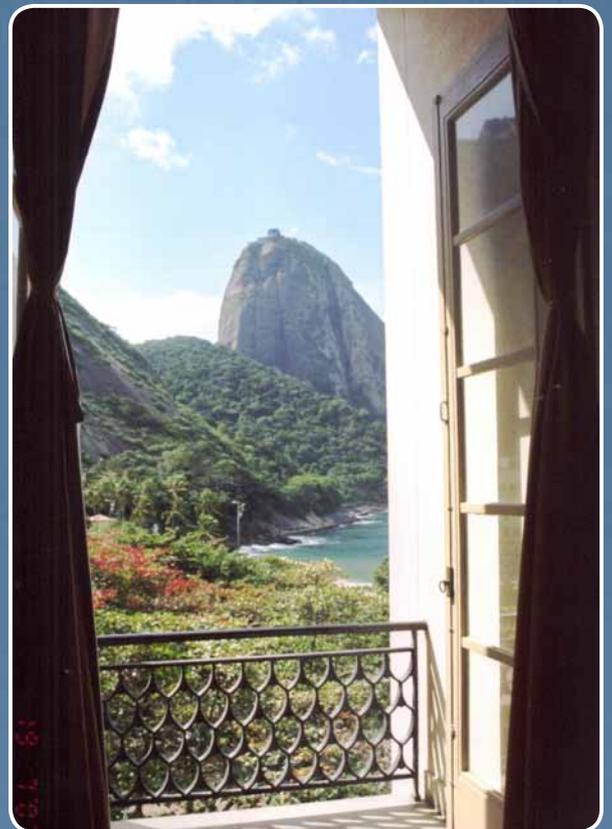
Of the 42 military graduates, 35 of them (83.3%) are from the Brazilian Army, almost all of them from the Brazilian Army Corps of Engineers, 4 of them (9.5%) from the Brazilian Navy, 1 (2.4%) is from the Brazilian Air Force, 1 is from the Rio de Janeiro Military Police and 1 from the Ecuador Army.

Of the 33 civilian graduates, 3 (9.1%) are from IBGE, 2 (6.1%) are civil servants from the Brazilian Navy, 1 (3.0%) is civil servant from Brazilian Army, 2 are from INMETRO, 1 of the Civil Police of Rio de Janeiro, 1 of the INT, and 1 of the IFTO.

The figures presented are objective evidence that the goals proposed by PGED are being met. Thus, PGED, based on its characteristics, reinforces the pioneering and excellence traditions of IME, contributing to the increase of the country's deterrent power by scientific-technological advance and the



IME



INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

(Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho - 1792)



TC QEM BEN HUR DE ALBUQUERQUE SILVA
Chefe da Subdivisão de Cursos de Pós-Graduação - SD1
EDITOR

TC CARLOS FREDERICO DE MATOS CHAGAS
Adjunto da Subdivisão de Cursos de Pós-Graduação - SD1
EDITOR

LUIZ TADEU CARQUEIJA MOTA
Técnico C&T
DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO

WAGNER CAETANO DE SOUZA
Assistente C&T
LOGOMARCA

2019





Praça General Tibúrcio, 80 –
Urca – Rio de Janeiro – RJ –
CEP 22290-270 – Tel.: (21) 2546-7114
www.ime.eb.br