



IV CONGRESO CUBANO DE
INGENIERIA MECANICA
28 Noviembre a 11 Diciembre de 2006
La Habana, Cuba

Inovação e Transferência de Tecnologia: 20 Anos de Colaboração Universidade - Indústria

A. Barata da Rocha¹, F. Jorge Lino¹, José C. Sampaio²

¹Dept. de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal, abrocha@inegi.up.pt , falves@fe.up.pt

²INEGI Instituto Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Rua do Barroco 174, 4465-591 Leça do Balio,
Portugal, jcs@inegi.up.pt

Resumo. As Tecnologias de Produção em Engenharia Mecânica assistiram a significativos desenvolvimentos nos últimos vinte anos. A evolução informática e a utilização generalizada de máquinas CNC, CAD/CAM e ferramentas de Engenharia Assistida por Computador trouxeram grandes vantagens competitivas aos países desenvolvidos. O crescimento sustentado, o respeito pelo ambiente, a eficiência energética e a reciclagem de materiais são hoje requisitos fundamentais para uma produção industrial competitiva e ecológica.

O tecido industrial português é constituído fundamentalmente por pequenas e médias empresas. A **inovação** nestas empresas, muitas vezes incipiente, pode ser facilmente concretizada através de um estreito relacionamento e cooperação com as Universidades e/ou os seus Institutos de Interface. Neste contexto, a Universidade do Porto, através do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia, fundou em 1986 o INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, com a missão de reforçar a cooperação entre esta Universidade e o meio empresarial. O INEGI participa activamente, há 20 anos, no desenvolvimento da indústria nacional contribuindo com conhecimento e competências distintas na área da Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, assumindo a missão de: “Contribuir para o aumento da competitividade da indústria nacional através da investigação e desenvolvimento, demonstração, transferência de tecnologia e formação nas áreas de concepção e projecto, materiais, produção, energia, manutenção, gestão industrial e ambiente”. Desde a sua criação, o INEGI tem tido um crescimento sustentado e desenvolveu mais de 1200 projectos para organizações públicas e privadas.

Este artigo, resultado da experiência dos autores na Direcção do INEGI, apresenta exemplos dos projectos em curso mais relevantes, com forte impacto industrial em empresas portuguesas e estrangeiras. As áreas de intervenção destes projectos abrangem uma grande variedade de temas multidisciplinares, desde as energias renováveis, desenvolvimento de processos tecnológicos e sistemas mecânicos, materiais compósitos, prototipagem rápida e tecnologias avançadas de produção e gestão industrial.



IV CONGRESO CUBANO DE
INGENIERÍA MECÁNICA
28 Noviembre a 11 Diciembre de 2006
La Habana, Cuba

1. Introdução

Os desafios e os grandes objectivos que se colocam aos Países da União Europeia, na qual Portugal se integra, passam obrigatoriamente pelo aumento significativo e sustentado da produtividade e competitividade do seu tecido empresarial enquadrado num mercado global. Longe vão os tempos em que era possível pensar nos vectores de produção como vector principal da competitividade empresarial. A abertura da União Europeia a um conjunto de países oriundos do antigo “bloco de leste”, o desenvolvimento recente da economia asiática, a globalização e os imperativos de desenvolvimento sustentado obrigam a considerar a **Inteligência** e o **Conhecimento** como o principal factor de progresso, através da **Inovação**, da **Investigação** e **Desenvolvimento**.

Para atingir estes objectivos, é essencial conseguir uma boa articulação entre as Universidades, os Centros Tecnológicos, os Centros de Investigação e Desenvolvimento e o tecido empresarial. Só com esta estratégia será possível a Portugal conseguir uma convergência real com os países mais desenvolvidos da União Europeia (UE).

A actividade do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, insere-se nesta estratégia, através do desenvolvimento, em colaboração com empresas e outras entidades do sistema científico e tecnológico nacional e internacional, de Projectos de I&D que cobrem vastas áreas de Engenharia Mecânica, de Produção e Gestão Industrial, em sectores industriais tais como a Metalomecânica, Automóvel, Construção Civil, Bens de Equipamento, Transportes; Química, Petroquímica, Cortiça e Derivados, Madeiras e Mobiliário, Têxteis, Energia e Ambiente; Defesa e, mais recentemente, Aeronáutica e Aeroespacial. De todo este trabalho, referimos neste artigo, apenas aqueles sectores, que, pela sua notoriedade e sucesso, se destacam conferindo valor acrescentado ao tecido empresarial português ou europeu.

Se é verdade que o Conhecimento se produz nas Universidades, é também imprescindível que esse conhecimento tome formas de manifestação industrial. A valorização económica do Conhecimento deve constituir uma verdadeira prioridade nacional e representa um factor de desenvolvimento capaz de gerar vantagens competitivas para as empresas.

A transferência tecnológica entre as Universidades e o tecido empresarial tem sido um tema amplamente discutido no nosso país, sendo reconhecido que existe ainda um longo caminho a percorrer. Os Centros Tecnológicos e os Centros de I&D têm tido um papel fundamental no estabelecimento desta ponte de conhecimentos.

A Universidade do Porto (UP) é a maior Universidade portuguesa, com mais de 24.000 alunos, 2.200 professores, 1.300 técnicos e com 14 escolas, cobrindo quase todas as áreas de conhecimento. A sua ligação ao mundo empresarial tem necessariamente de passar por Instituições autónomas, de cariz público ou privado, com a missão de concretizar a transferência desse conhecimento, sob a forma de novas estratégias, metodologias, produtos, processos e sistemas. Estas Instituições devem ter por missão transferir tecnologia e transformar o conhecimento em desenvolvimento prático e útil ao tecido empresarial.

2. Descrição do INEGI

O INEGI (figura 1) é uma Instituição de interface entre a Universidade e a Indústria vocacionada para a realização de actividades de Inovação e Transferência de Tecnologia orientadas para o tecido industrial. Nasceu em 1986 no seio do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (DEMEGI) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Mantém ainda hoje essa ligação insubstituível ao DEMEGI, que constitui uma das suas principais fontes de conhecimento e competências científicas e tecnológicas. Ao longo dos seus 20 anos de existência desenvolveu e consolidou uma posição de parceiro da indústria em projectos de I&D, sendo que presentemente mais de 60% do seu volume de actividade resulta de projectos com empresas.



Figura 1 - Futuras instalações do INEGI (final de 2007) no Campus da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e actuais instalações da FEUP.



IV CONGRESO CUBANO DE
INGENIERÍA MECÁNICA
28 Noviembre a 11 Diciembre de 2006
La Habana, Cuba

Com a figura jurídica de “**Associação Privada sem Fins Lucrativos**” e com o estatuto de “**Utilidade Pública**” é hoje um agente activo no desenvolvimento do tecido industrial Português e na transformação do modelo competitivo da indústria nacional, tendo como missão: “**Contribuir para o aumento da competitividade da indústria nacional através da investigação e desenvolvimento, demonstração, transferência de tecnologia e formação nas áreas de concepção e projecto, materiais, produção, energia, manutenção, gestão industrial e ambiente**”.

O INEGI concretiza a sua missão através da realização de projectos de I&D e Inovação em cinco eixos principais de intervenção, a saber:

- Criação de conhecimento e desenvolvimento tecnológico a montante da aplicação industrial: tipicamente financiada por programas de apoio à investigação científica e tecnológica como os promovidos pela FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia;
- I&D com empresas, co-financiada por programas de apoio ao desenvolvimento da indústria: uma parte muito significativa da actividade do Instituto consiste na realização de projectos de I&D em parceria com empresas, recorrendo aos incentivos no âmbito dos programas de apoio ao desenvolvimento da indústria nacional; programa de incentivos à modernização empresarial PRIME e Programas Quadro da UE;
- I&D financiada pelas empresas: uma parte crescente da actividade do INEGI resulta de contratos com empresas para a realização de projectos de Investigação e Desenvolvimento, nomeadamente para o desenvolvimento de novos produtos e novos processos;
- Consultoria científica e tecnológica: apoio às empresas nas vertentes científica e tecnológica no domínio de actividade do INEGI; engenharia e desenvolvimento de produtos, processos tecnológicos, energia, ambiente e gestão industrial;
- Formação especializada: acções de formação altamente especializada desenhada à medida das necessidades das empresas.

Para além da actividade de natureza mais científica e tecnológica, o INEGI tem também apoiado a criação de empresas “**spin-off**” para exploração e desenvolvimento comercial de tecnologias desenvolvidas ou em desenvolvimento no Instituto.

O quadro de colaboradores do INEGI é actualmente constituído por 164 pessoas, das quais, 53 são colaboradores a tempo parcial provenientes da universidade ao abrigo de protocolos estabelecidos entre o INEGI e a respectiva Universidade.



IV CONGRESO CUBANO DE
INGENIERIA MECANICA
28 Noviembre a 11 Diciembre de 2006
La Habana, Cuba

Uma parte significativa dos colaboradores universitários desenvolve a sua actividade de investigação nas instalações do INEGI. Dos restantes 111 colaboradores, cerca de 58% são contratados e os outros 42% desenvolvem a sua actividade em projectos de I&D ao abrigo de contratos de Bolsas de investigação. O INEGI possui três categorias principais de colaboradores que dão resposta às necessidades do Instituto nas áreas fundamentais de actividade: Investigação, Inovação e Transferência de Tecnologia sob contrato, Consultoria Científica e Tecnológica e Formação. O quadro de contratados garante uma dinâmica de resposta adequada às necessidades das empresas e os Bolseiros de Investigação suportam a actividade nos projectos de investigação sob orientação dos quadros contratados ou dos colaboradores universitários. Os colaboradores universitários são, na sua maioria, docentes no DEMEGI da FEUP. Contudo, o INEGI conta também com a participação regular de colaboradores universitários de outros departamentos da FEUP, de outras faculdades da Universidade do Porto e de outras Universidades e Institutos Politécnicos.

O INEGI acolhe ainda alunos finalistas de cursos superiores ou tecnológicos para a realização de estágios curriculares ou profissionais, sendo integrados em projectos de I&D ou nas actividades laboratoriais de suporte à actividade de I&D. Os colaboradores do INEGI são na sua maioria quadros superiores. O Instituto funciona também como plataforma de lançamento de técnicos superiores para a indústria, sendo esta mais uma forma de consubstanciar a sua missão.

Em 2005, o volume de negócios do Instituto foi de 4 milhões de Euros e o número de publicações científicas foi de 300 artigos em revistas e congressos nacionais e internacionais. Durante este ano, decorreram mais de 50 teses de mestrado e doutoramento, realizadas não só no âmbito da Engenharia Mecânica da FEUP, mas também do "Design" Industrial, Engenharia Ambiental, Engenharia Biomédica e Manutenção Industrial, entre outras.

3. Áreas de Competência

A capacidade de resposta do INEGI, no desenvolvimento de soluções para a indústria, está suportada num conjunto alargado de competências ligadas à área da Engenharia Mecânica e Gestão Industrial e à inovação de produtos e processos. Sempre que necessário, incorpora competências externas, numa lógica de complementaridade, por via da participação de quadros de outros departamentos da FEUP, de outras faculdades da UP ou de outras Instituições de investigação e ensino superior. Frequentemente realiza parcerias com outras Instituições de I&D complementares em termos de competências. O Instituto cultiva estas parcerias uma vez que a crescente complexidade tecnológica das soluções actuais exige a integração de diversas áreas científicas e tecnológicas e em muitos casos é nesta linha que se encontram soluções distintamente inovadoras.

Na sua relação com as empresas, normalmente são criadas equipas de projecto com participação de quadros das empresas de modo a maximizar a partilha de conhecimento. Ligadas à oferta ao tecido industrial, tem-se vindo a desenvolver competências fundamentais para uma economia baseada na inovação e na intensidade tecnológica dos produtos e processos, tais como auditorias tecnológicas e gestão da inovação, quer ao nível das empresas, quer ao nível de agregados de maior dimensão como o sectorial ou regional.

A produção de conhecimento e desenvolvimento de tecnologias que incorporam a oferta do INEGI são suportados pela actividade de um conjunto de unidades científicas e tecnológicas cobrindo praticamente todas as especialidades da Engenharia Mecânica e Gestão Industrial. Na figura 2 apresentam-se as principais competências de base da Instituição e da oferta no âmbito de projectos de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (ID&I).



Figura 2 - Principais áreas de competência e oferta de ID&I do INEGI.

4. Descrição da Actividade

Dada a quantidade e diversidade de projectos em que o INEGI está envolvido não é pertinente apresentar uma lista exaustiva de todos os que estão em curso. Optou-se, assim, pela apresentação de um conjunto de áreas de ID&I, representativas da sua actividade.

4.1 Desenvolvimento Sustentável

Esta é uma área com grande peso na actividade do INEGI, que engloba, projectos de I&D e os seguintes serviços de consultoria científica e tecnológica:

- Caracterização de efluentes industriais e consultoria ambiental;
- Medição de ruído;
- Avaliação das condições ambientais em postos de trabalho;
- Gestão de Energia e Ambiente;
- Energias renováveis e Pilhas de Combustível.

O INEGI possui um Laboratório Acreditado pelo IPAC Instituto Português de Acreditação, de acordo com a norma NP EN ISO/IEC 17025, no âmbito dos ensaios de avaliação do ruído e dos efluentes gasosos, que dá suporte aos projectos de I&D nesta área e à actividade de caracterização dos efluentes e medição de ruído.

A área de Gestão da Energia e Ambiente foi criada no final de 2004 e regista já um volume de actividade significativo, compreendendo a consultoria na área da gestão da energia e ambiente, auditoria e desenvolvimento de soluções de base tecnológica.

O INEGI está inserido numa parceria dinamizada pela SRE - Soluções Racionais de Energia, SA, que inclui também o INETI - Instituto Nacional de Engenharia Tecnologia e Inovação, para desenvolvimento de fontes de alimentação baseadas em pilhas de combustível e soluções para a contentorização e distribuição do hidrogénio. Em 2005, desenvolveram-se fontes de alimentação de baixa potência (até 500W) baseadas em pilhas de combustível para alimentação de sistemas portáteis e móveis. Ao cabo de três anos de trabalho foi lançado pela SRE o primeiro produto no mercado global, uma fonte de alimentação de 100W designada HW125.



Figura 3 - Primeira fonte de alimentação de Pilhas de Combustível a Hidrogénio HW125.



IV CONGRESO CUBANO DE
INGENIERIA MECANICA
28 Noviembre a 11 Diciembre de 2006
La Habana, Cuba

Nos últimos 3 anos desenvolveram-se metodologias destinadas ao acompanhamento de Parques Eólicos através da verificação de garantias de produção e concluiu-se em 2005 os primeiros trabalhos de aplicação das mesmas. Este trabalho de aplicação do desenvolvimento de competências criadas internamente permitiu desenvolver serviços que ampliam a intervenção para além dos estudos e durante a vida útil dos parques Eólicos. Prevê-se realizar em Portugal a monitorização detalhada, em terreno complexo, das características do vento, e seu tratamento para posterior aferição dos modelos de escoamento atmosférico em terreno complexo.

O Instituto tem colaborado activamente no trabalho preparatório de um grupo alemão para a instalação em Portugal de uma unidade de construção de componentes para aerogeradores eólicos. Tem também participado nos estudos prévios que o mesmo grupo tem vindo a realizar para a eventual instalação de um centro de I&D em Portugal. Será dado todo o contributo possível para que estes projectos de grande relevância para o nosso País se concretizem. O INEGI estará também fortemente empenhado em cooperar em todas as acções que visem criar um “cluster” eólico em Portugal.

4.2 Desenvolvimento de Produtos e Equipamentos

As competências em Engenharia e Desenvolvimento de Produto são consideradas como essenciais para concretizar a mudança do modelo competitivo da indústria nacional. Nos últimos anos, tem-se vindo a desenvolver, de forma consistente, esta área na vertente de engenharia e em áreas relacionadas com a gestão e organização da actividade de desenvolvimento de produto numa empresa, não só como instrumento de inovação, mas também de planeamento estratégico, metodologias estruturadas, gestão de projectos e articulação da actividade com as outras áreas funcionais da empresa. Outra vertente muito importante a que se tem dado particular atenção é a vertente das ferramentas de suporte à actividade de desenvolvimento de produto, como sejam as ferramentas para modelação, CAD “Computer Aided Design”, ferramentas para dimensionamento estrutural, CAE “Computer Aided Engineering”, e ferramentas para simulação de processos de produção.

Outras ferramentas cada vez mais relevantes para a diminuição dos tempos de desenvolvimento e facilitar a colaboração entre empresas são as ferramentas de suporte ao desenvolvimento de produto em ambiente distribuído e colaborativo, engenharia simultânea, gestão de informação de produto e prototipagem virtual. As capacidades na área da Engenharia e Desenvolvimento de Produto, associadas às capacidades na área da prototipagem rápida, simulação de processos e fabrico de protótipos, fazem do INEGI uma Instituição com capacidades ímpares nesta área.

A área do Desenvolvimento de Produto é uma das áreas de excelência de trabalho do INEGI. Vários produtos estão no mercado com a colaboração do INEGI, tendo sido desenvolvidos numa lógica de parceria com as empresas clientes.

Em 2004 iniciou-se o Projecto PET, que consiste no desenvolvimento de um equipamento de mamografia (figura 5), utilizando tecnologia PET - "Positron Emission Tomography". O Projecto é desenvolvido em consórcio, envolvendo, além do INEGI, outras Universidades, Laboratórios Estatais e Hospitais, e conta, ainda, com a colaboração do CERN Centro Europeu de Pesquisa Nuclear, na área da tecnologia de detecção dos fotões. O Projecto PET-Mamografia tem como finalidade desenvolver um equipamento que melhore, de forma significativa, a capacidade de detecção de cancro de mama em comparação com os sistemas actualmente existentes. O INEGI é responsável pelo projecto e montagem do sistema robótico, pela componente mecânica dos detectores PET e respectivo sistema de controlo de temperatura, assim como a integração no equipamento dos componentes desenvolvidos pelos parceiros.

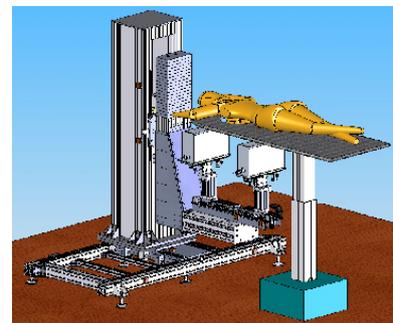
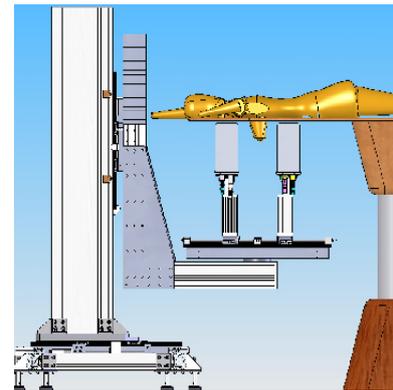
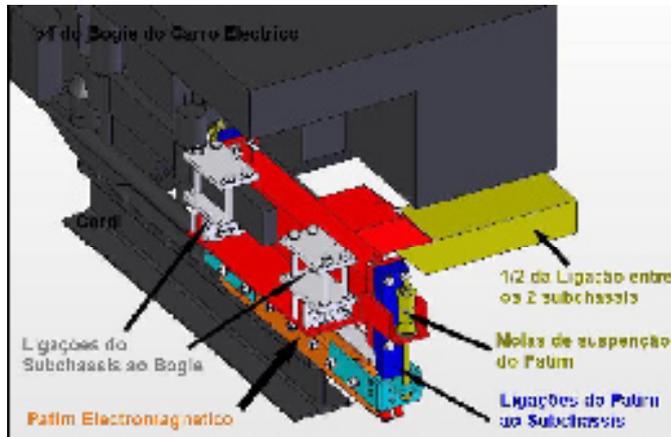


Figura 5 - Equipamento de PET "Positron Emission Tomography".

Outro projecto em destaque consiste no desenvolvimento e implementação de um sistema de travões de emergência para os Carros Eléctricos Históricos da cidade do Porto, tendo como objectivo melhorar a capacidade de travagem em condições de aderência precária.



Nessas condições é frequente verificar-se o bloqueio das rodas com conseqüente diminuição da força de travagem, originando o descontrolo do veículo. Pretendeu-se a resolução deste problema em diferentes modelos, tendo o INEGI iniciado o projecto e implementação pelos modelos mais comuns, Brill 21E, mais conhecido por Brill Rígido, projectado no início do século e fabricado durante as décadas de 20 e 30.



Como se pretendia adoptar uma solução de sistema de travagem pouco sensível às condições de aderência das rodas, optou-se pelo desenvolvimento de um sistema de travagem baseado no uso de Patins electromagnéticos que atritam directamente com o Carril. Cada Patim tem uma bobine que quando percorrida por corrente eléctrica gera um fluxo magnético no seu núcleo e massas

polares que se fecha pelo Carril, gerando uma força de atracção entre este e o patim, gerando, assim, a força de travagem.

Como parceiro do Laboratório de Sistemas e Tecnologias Subaquáticas (LSTS) da FEUP, o INEGI, através da sua Unidade de Materiais e Estruturas Compósitas, participou durante o ano de 2005 no projecto, desenvolvimento, ensaio e entrega de três

novas plataformas de veículos subaquáticos (figura 7): dois veículos autónomos e um outro operado remotamente. Estes projectos resultaram do retomar desta linha de actividade com a construção e entrega de um veículo cilíndrico com 1,5 m de comprimento e 0,2 m de diâmetro referenciado internamente como "nAUV" (novo AUV Autonomous Underwater Vehicle).

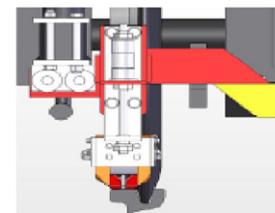


Figura 6 - Sistema de Travagem de Carros Eléctricos Históricos da Cidade do Porto.

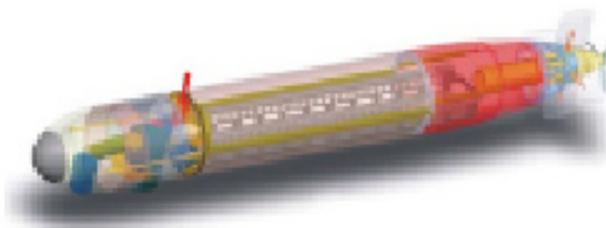


Figura 7 - "AUV Autonomous Underwater Vehicle".

A conclusão e entrega do primeiro veículo conduziu a um segundo de uma outra família (“ROV” Remotely Operated Vehicle) e a um terceiro mais pequeno (1 m de comprimento e 0,15 m de diâmetro), com uma incorporação crescente de materiais poliméricos e compósitos. Este projecto conta com o co-financiamento da Agência de Inovação.

Um dos projectos de grande notoriedade em 2005, resultou da parceria com o polo de inovação em polímeros, PIEP, para a multinacional AMTROL-ALFA. Trata-se do lançamento de uma nova garrafa de gás doméstico pela maior empresa portuguesa de petróleo e gás, a GALP (figura 8). A participação do INEGI abrangeu o desenvolvimento do processo de enrolamento filamentar, o teste do comportamento do reservatório à pressão e os ensaios de vaporização. Este projecto foi galardoado com o prémio “Spirit of Conquest” do “JEC Innovations Composite Awards Programme”, e permitiu reduzir substancialmente o peso deste produto, tornando o seu transporte mais confortável.



Figura 8 - Garrafa de Gás “Pluma”.

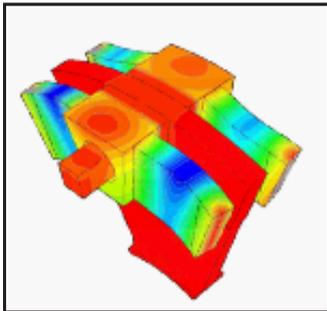
Outro projecto modelo em relação à capacidade de desenvolvimento de produto do INEGI, é a colaboração que se tem vindo a manter com a VULCANO, do grupo “BOSCH”, no desenvolvimento de esquentadores (figura 9). Esta colaboração envolve competências multidisciplinares, nomeadamente nas áreas da combustão, projecto mecânico, automação, instrumentação e controlo, trabalho de metais em chapa, mecânica experimental e vibrações, utilizando ferramentas computadorizadas de apoio à engenharia. Envolve ainda a capacidade de construção de protótipos de peças, ferramentas e produtos para ensaios experimentais e de campo. Este produto, resultado de uma longa cooperação entre o INEGI e a VULCANO, tem grande sucesso nos mercados internacionais pela sua relação volume/potência altamente competitiva.



Figura 9 - Esquentador de aquecimento de águas sanitárias da “Bosch”.

4.3 Aeronáutica e Aeroespacial

O INEGI tem actualmente uma forte intervenção na área da aeronáutica e aeroespacial, especialmente na área da integridade estrutural e desenvolvimento de metodologias de projecto e dimensionamento de estruturas em materiais compósitos, sendo de destacar a colaboração com a **Agência Espacial Europeia (ESA)**, com a **NASA** e com o **Sector Aeronáutico Europeu**.



O projecto europeu PIBRAC, em curso, de que o Instituto é parceiro, visa desenvolver um novo sistema de travões para os aviões comerciais. Este novo sistema (figura 10), que constitui uma tecnologia de ruptura com os sistemas convencionais de travões de aviões, utiliza placas de cristais piezoeléctricos que, ao serem excitados por corrente eléctrica, geram a força de travagem nos discos dos travões. O INEGI é responsável pela modelação e simulação do actuador piezoeléctrico e pelo projecto do sistema completo de travagem que, para além do actuador piezoeléctrico, inclui todos os outros dispositivos mecânicos que compõem o sistema.

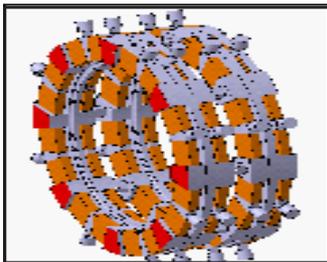


Figura 10 - Desenvolvimento de uma nova geração de travões de avião para a AIRBUS.

Liderado pela empresa francesa SAGEM, o consórcio, além do INEGI, integra outras empresas e Instituições como a AIRBUS (Reino Unido); MESSIER-BUGATTI (França); Universidade de Paderborn (Alemanha); SKODA (República Checa); IMMIG (Grécia); SAMTECH (Bélgica); NOLIAC (Dinamarca); BAM (Alemanha) e a A. BRITO, uma empresa portuguesa do sector das engrenagens.



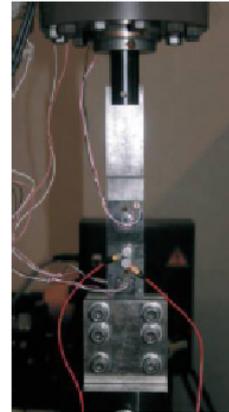
Iniciou-se em 2006 um novo projecto que tem como objectivo o desenvolvimento de um sistema de segurança para aviões civis, contra ataques com mísseis portáteis (figura 11).

Figura 11 - Sistema antimíssil CASAM desenvolvido em parceria com a SAGEM, LUFTHANSA, etc.



Na área da aeroespacial (figura 12), terminou em 2005 um projecto de ligações em materiais compósitos para a ESA como “PRIME contractor”, que teve como objectivos:

- Desenvolver metodologias para prever o limite elástico e capacidade de carga de ligações mecânicas em materiais compósitos avançados;
- Definição de capacidade de carga para uma junta mecânica em materiais compósitos avançados;
- Análise da influência de temperaturas extremas na rigidez das juntas mecânicas em materiais compósitos avançados.



A realização deste projecto envolveu as seguintes actividades:

- Ensaios mecânicos em materiais compósitos utilizando técnicas avançadas de recolha de dados, emissão acústica e correlação de imagem;
- Desenvolvimento de ferramentas analíticas e numéricas inovadoras para a previsão do dano e rotura de juntas em materiais compósitos avançados;
- Elaboração de um procedimento “standard” para o projecto e dimensionamento de juntas mecânicas em materiais compósitos avançados.



Figura 12 - Desenvolvimento de ligações em materiais compósitos para a indústria aeroespacial.

Também para a ESA, o INEGI tem desenvolvido novas soluções para as ligações mecânicas em materiais compósitos, que passou pelos seguintes objectivos:

- Investigar conceitos avançados para juntas mecânicas estruturais altamente carregadas em materiais compósitos avançados;
- Efectuar uma avaliação detalhada para cada conceito analisado;
- Fabrico de “breadbord joint structures” para demonstração da capacidade das juntas baseadas em conceitos inovadores, face às juntas de projecto convencional, ambas para materiais compósitos avançados.

A realização deste projecto envolveu as seguintes actividades:

- Aplicação de ferramentas numéricas e analíticas anteriormente desenvolvidas na avaliação de conceitos avançados para as juntas mecânicas em questão;
- Estudo do impacto dos novos conceitos nos mecanismos de dano conhecidos para o tipo de ligações em questão, e identificação de novos mecanismos de dano que surjam como significativos.

O INEGI colabora com a **NASA** no desenvolvimento de modelos computacionais para a simulação do comportamento mecânico de materiais compósitos avançados. Os modelos computacionais desenvolvidos foram implementados no código de elementos finitos ABAQUS (utilizado pela AIRBUS, BOEING e LOCKHEED MARTIN). Os critérios de rotura desenvolvidos foram implementados no código HYPERSIZER (figura 13).

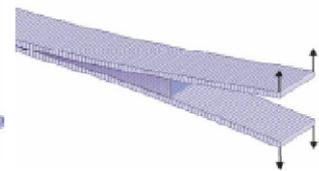
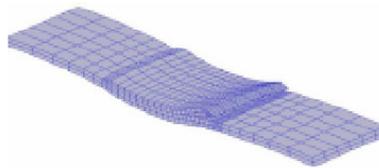
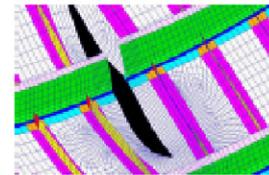


Figura 13- Análise por elementos finitos de ligações estruturais em materiais compósitos.

Atento também às questões ambientais, o INEGI faz parte do C3P - Centro de Prevenção da Poluição, com o ISQ, a ITB e a NASA, para desenvolver soluções tecnológicas alternativas “amigas do ambiente”.

4.4 Tecnologias na Área dos Materiais Compósitos

As competências na área dos materiais e estruturas compósitas são fundamentais para o desenvolvimento de aplicações onde o factor leveza tem um peso decisivo para o sucesso dessas soluções. A Unidade de Materiais e Estruturas Compósitas tem revelado grande dinamismo, como comprovam os inúmeros projectos apresentados relativos ao desenvolvimento de produtos, soluções estruturais avançadas e novas tecnologias de fabrico.

Como exemplos de projectos nesta área, citamos o **IPFSensor**, que visa o estudo do impacto da fibra óptica embebida nas propriedades mecânicas de laminados em compósitos e o **RTPultru**, projecto de desenvolvimento de sistemas de injeção de resina em feira de pultrusão com vista à redução do impacto ambiental e dos custos do processo. Trata-se de um projecto promovido pela empresa ALTO Perfis Pultrudidos, e co-financiado pela Agência de Inovação.

O Projecto POE - BP, na área da Construção Civil, teve como objectivo o desenvolvimento e demonstração da tecnologia de betões poliméricos em ambiente industrial.

Ainda na área dos materiais compósitos, é de realçar os seguintes projectos (figura 14):

- Desenvolvimento das capacidades na área de aeronáutica. Participação dos alunos da FEUP no projecto “**Air Cargo Challenge**” através da construção de peças estruturantes de aeronaves experimentais;
- **Veleiro FEUP**; durante 2005 o INEGI participou nos trabalhos de preparação conducentes ao projecto de um Veleiro de Competição da FEUP, em parceria com o Gabinete de Projecto do Arquitecto Naval Tony Castro, do Reino Unido.
- **Projectos de cooperação tecnológica com empresas**. Prosseguiu em 2005 a cooperação com a empresa ALTO, para o desenvolvimento e fabrico de perfis pultrudidos e uma parceria com a empresa CLEVER Reinforcements, Lda, com vista ao desenvolvimento e produção de perfis pultrudidos em carbono vinilester para o mercado de exportação da construção civil (reforço de pontes, edifícios, etc.).
- Demonstração da aplicação de materiais compósitos a sistemas ópticos para máquinas fotográficas, miras e telescópios, instrumentos musicais, etc.
- Apoio no desenvolvimento de componentes automóveis para competição em ralis, com a empresa Peres Competição. O INEGI participa também na SHELL Eco-Marathon com um veículo de consumo actual de 1173Km/litro e um “Urban Car Concept” (1º lugar em 2006).



Figura 14 - Projectos de desenvolvimento industrial utilizando materiais compósitos.

4.5 Novas Tecnologias de Fundição e Prototipagem Rápida

Prosseguiu em 2005 um projecto de I&D em consórcio, co-financiado pela Agência de Inovação, para a empresa Alemã ZOLLERN & Comandita, que tem como objectivo a implementação em 2006 de uma unidade industrial para produzir 1.000.000 de impulsores em alumínio para turbocompressores de automóveis (figura 15). O projecto compreende o desenvolvimento e implementação de um processo de fundição por contra gravidade sob vácuo em ligas de alumínio destes componentes, usando a tecnologia de fundição em moldação de gesso com moldes de silicone. Participando também na definição de uma nova Unidade Industrial, pretende-se que em 2006 sejam produzidos cerca de 500.000 impulsores para fornecer à companhia BorgWarner.

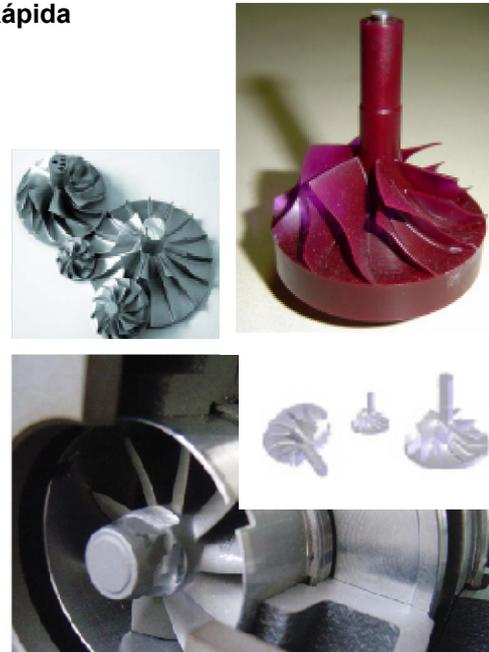


Figura 15 - Protótipos em Alumínio de Impulsores para “Turbos”.

O INEGI está a apostar na tecnologia de fabrico de carapaças cerâmicas para o vazamento de ligas de titânio, em colaboração com a empresa ZOLLERN. Fruto dos excelentes resultados obtidos, a ZOLLERN, a BORGWARNER e possivelmente a DAIMLER CRYSLER, vão iniciar, com o INEGI, o desenvolvimento do processo de fundição em 2007.

As competências desenvolvidas na área do CAD/CAM, da prototipagem rápida, fabrico rápido de ferramentas e tecnologias de conversão, tem suscitado o interesse dos mais variados sectores industriais, como a arquitectura, o “design”, joalheria, ferragens, mobiliário e fundição artística, dispositivos médicos, etc. (figura 16).

Figura 16 - Componentes obtidos a partir de Prototipagem Rápida.



4.6 Tribologia, Vibrações e Manutenção Industrial

A Unidade de Tribologia, Vibrações e Manutenção Industrial desenvolve actividade de Investigação e Desenvolvimento, no âmbito da qual tem a decorrer Teses de Mestrado e de Doutoramento, presta serviços de consultoria tecnológica à indústria e dispõe ainda de um conjunto de serviços na área dos lubrificantes, das vibrações e da manutenção industrial.



O projecto EREBIO “Emission Reduction from Engines and Transmissions Substituting Harmful Additives in Biolubricants by Triboreactive Materials”, visa o desenvolvimento de soluções para a aplicação de óleos lubrificantes biodegradáveis. A substituição de óleos, tradicionais pelo novo, implica uma adaptação do material ao novo óleo. O trabalho visa a adaptação dos materiais aos óleos. Neste caso concreto o grande objectivo passa pela aplicação de óleos biodegradáveis e não tóxicos, acompanhado de uma melhoria do desempenho em termos de potência dissipada, melhor rendimento da engrenagem, temperatura de funcionamento mais baixa e maior longevidade do componente e do lubrificante. Os resultados deste projecto têm quatro tipos de aplicações: motores de automóveis, motores diesel pesados (marinha, estacionários), caixas de velocidades e engrenagens industriais. O trabalho do INEGI está centrado nas duas últimas aplicações.



O projecto SIMCABLE (figura 17) tem como objectivo o desenvolvimento de um modelo de simulação do comportamento mecânico de cabos de accionamento utilizados na indústria automóvel para a empresa FICOSA Internacional. Este modelo de simulação será utilizado como ferramenta de apoio à concepção e projecto de sistemas de accionamento por cabos. No final pretende-se obter uma aplicação informática que determine os esforços envolvidos e o rendimento em transmissões por cabo, com accionamento manual ou mecânico. As grandes vantagens do recurso a um modelo informático que simule o comportamento mecânico dos cabos são a concepção rápida de soluções específicas com garantia de bom funcionamento, a resposta imediata na concepção da aplicação, a rápida orçamentação e a diminuição muito significativa da componente de validação experimental.



Figura 17 - Cabos de accionamento para a Indústria Automóvel.

Outro projecto nesta área é o BIOMON “Towards Long-Life Bio-lubricants using Advanced Design and Monitoring Tools”, visa não só a substituição de lubrificantes correntes, minerais ou sintéticos, por outros que sejam biodegradáveis e não tóxicos, mas também por massas lubrificantes. O projecto visa as áreas das engrenagens industriais, rolamentos, fusos de esferas e lubrificantes, pretendendo-se a substituição dos óleos e massas lubrificantes tradicionais pelos novos, sem que seja necessário recorrer a uma alteração da componente metálica. Para isso é necessário realizar um estudo da reacção dos materiais clássicos para definir regras de manutenção condicionada adaptadas a componentes mecânicos lubrificados com óleos e massas biodegradáveis e não tóxicos, porque com a alteração do lubrificante, os processos de degradação do material alteram-se.

4.7 Óptica e Mecânica Experimental

O INEGI dispõe de uma equipa vocacionado para realizar trabalhos na área da Mecânica Experimental que permite estudos nas seguintes áreas:

- Determinação do estado de tensão em componentes estruturais;
- Construção e análise de modelos experimentais;
- Diagnóstico de avarias devidas a sobrecargas;
- Ensaio de resistência em estruturas ou equipamentos;
- Ensaio não destrutivo;
- Projecto e construção de equipamentos para aplicações em Mecânica Experimental.



Para o efeito, o INEGI dispõe de sistemas de medição de tensões por extensometria, que podem ser utilizados em aplicações estáticas e dinâmicas, e que recorrem a sistemas de armazenamento de dados em computador e sistemas de telemetria. Estão também disponíveis vários sistemas de medida de deslocamentos e deformações baseados nas modernas técnicas de interferometria holográfica (figura 18). Estes sistemas podem utilizar lasers de emissão contínua para aplicações quasi-estáticas e lasers pulsados para medição de fenómenos dinâmicos. Vários equipamentos permitem, ainda, a utilização de técnicas de Moiré e de análise fotoelástica.

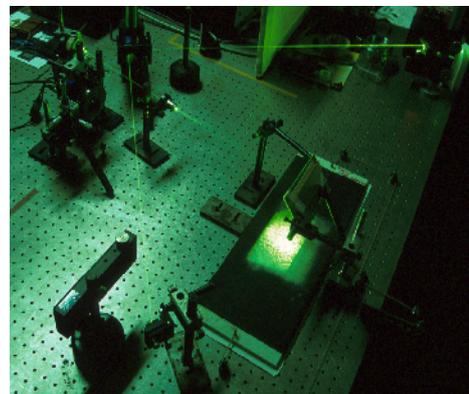


Figura 18 - Sistemas laser de medições.

O INEGI desenvolve também sistemas de processamento e análise de imagem (figura 19) que estão disponíveis para apoio às medições realizadas por interferometria ou por técnicas baseadas em iluminação estruturada. Existe ainda capacidade de projecto para conceber e construir equipamentos para análise não destrutiva de alguns tipos de materiais compósitos.

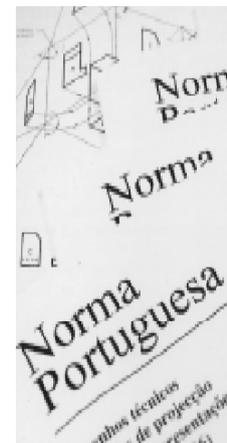


Figura 19 - Célula Óptica de "Shearography".

Segundo especialistas da área, uma em cada dez pessoas com diabetes desenvolve lesões plantares, havendo pois uma clara necessidade de melhorar a prevenção. O sensor que está a ser desenvolvido, poderá vir a ser um grande aliado no diagnóstico precoce, possibilitando reparar, atempadamente, danos que poderiam vir a revelar-se irreparáveis para os doentes. Este processo de recolha de informação é efectuado em regime dinâmico, por um sistema de aquisição com capacidade para armazenar o equivalente a um dia de geração de dados. De dimensões reduzidas, o que permite incorporá-lo numa sola de sapato, o sensor monitoriza todas as forças exercidas durante os movimentos do paciente, seja em marcha moderada recta, marcha esforçada recta, variações de direcção com travagem e aceleração e em desníveis (degraus) e declives. Com as informações obtidas e devidamente analisadas, os médicos poderão ministrar o tratamento mais adequado e prevenir eventuais lesões. Numa perspectiva alargada, a informação gerada por este sistema traz seguramente benefícios no desenho de ortoses - pequenas "próteses" - a aplicar no sapato para corrigir a postura e colocação do pé.

4.8 Organismo de Normalização Sectorial

Proseguiu em 2005 a actividade do INEGI enquanto Organismo de Normalização Sectorial para a área do Desenho Técnico (CT1) e Elementos de Ligação (CT9). No âmbito deste Organismo, o INEGI desenvolve actividade em duas vertentes principais: elaboração de versões portuguesas de normas europeias e internacionais nas áreas do desenho técnico e elementos de ligação, e formulação de pareceres sobre normas em processo de criação ou revisão nas mesmas áreas. Desde o início da actividade como Organismo Sectorial de Normalização, que remonta a 2000, o INEGI já elaborou cerca de 100 versões portuguesas de normas na área de Desenho Técnico, que foram entretanto publicadas pelo IPQ.



4.8 Laboratório de Fumo e Fogo



Este laboratório mantém actividade em duas vertentes principais: realização de ensaios acreditados para empresas com vista à caracterização do comportamento de materiais e produtos ao fumo e fogo (figura 20) e, realização de estudos encomendados no âmbito de projectos de investigação e desenvolvimento.

Figura 20 - Ensaio ao fogo de um produto industrial.

4.9 Formação

Para além das suas actividades de Investigação e Desenvolvimento, o INEGI aposta na formação especializada de quadros técnicos nas áreas de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, através da realização de acções de formação desenhadas à medida das necessidades das empresas, tais como Materiais, Trabalho de Metais em Chapa, Gestão da Produção, Prototipagem Rápida, Mecânica de Materiais Compósitos, Método dos Elementos Finitos, etc.

5. Conclusões

Este documento pretende dar uma visão geral da actividade multidisciplinar do INEGI nos últimos anos. A diversidade de projectos e a presença de conceituadas empresas, nacionais e internacionais, só é possível devido à participação de quadros universitários de reconhecido prestígio e competência internacional e à elevada especialização dos quadros do Instituto. O envolvimento de todas estas empresas nos nossos projectos, mostra, de uma forma inequívoca, a relevância da actividade do INEGI e o forte contributo que actualmente dá ao tecido empresarial português, funcionando como **agente motor de INOVAÇÃO e COMPETITIVIDADE**. Longo é o caminho a percorrer para imprimir à Instituição uma cultura e conduta mais empresarial, alicerçada e sustentada por uma visão prospectiva e abrangente. Estamos fortemente empenhados neste processo e contamos com os organismos estatais e com os programas de incentivos à competitividade do tecido empresarial para nos apoiar nesta nossa missão.

Agradecimentos

Ao escrever este texto, os autores, membros executivos da Direcção do INEGI, sentem enorme respeito e orgulho pelo trabalho que foi possível apresentar neste documento. Não podemos deixar de agradecer a todos os que participaram nestes projectos e noutros aqui não citados, com esforço e dedicação, nomeadamente aos **quadros** do INEGI, aos **Universitários** que com eles colaboram e às anteriores **Direcções**. O INEGI é uma Instituição do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, com um percurso de 20 anos, sendo hoje reconhecido como um importante Agente de Inovação no nosso País. Estamos convictos que o INEGI possui uma sólida competência e um carácter multidisciplinar que lhe confere um elevado potencial científico e tecnológico, que importa preservar e dinamizar...