

# Inegi – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

## 17 ANOS DE ACTIVIDADE EM INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO



A. Barata da Rocha\*, F. Jorge Lino\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. PREÂMBULO

Os desafios e os grandes objectivos que se colocam ao nosso País estão claramente definidos pelo Governo e consistem, em termos gerais, em *"construir um País melhor, um Estado moderno e uma Administração eficiente"*.

Embora estando claramente preocupado em repor os principais equilíbrios macro-económicos, o Governo tem, demonstrado preocupação em procurar formas de conciliar esses objectivos com um outro, não menos importante, de convergência real com os países mais desenvolvidos da União Europeia.

\* Presidente do INEGI  
Professor Associado do DEMEGI – Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

\*\* Vice-Presidente do INEGI  
Professor Auxiliar do DEMEGI – Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial da FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Esta convergência passa obrigatoriamente pelo **aumento significativo e sustentado da produtividade e da competitividade da economia portuguesa**, através do seu tecido empresarial, e pela definição de novas políticas microeconómicas.

Longe vão os tempos em que era possível pensar na *mão-de-obra* como vector principal da competitividade empresarial. A abertura da União Europeia a um conjunto de países oriundos do antigo "bloco de Leste", a globalização e os imperativos de desenvolvimento sustentado obrigam a considerar a *Inteligência* como o principal vector 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.

#### 1.2. A INTERFACE ENTRE A UNIVERSIDADE E A INDÚSTRIA – A MISSÃO DO INEGI

Com a figura jurídica de "associação privada sem fins lucrativos e de utilidade pública", o *INEGI* definiu como sua Missão: *"Contribuir para o aumento da competitividade da indústria nacional através da investigação e desenvolvimento, demonstração e transferência de tecnologia nas áreas de concepção e projecto, materiais, produção, energia, manutenção, gestão e ambiente"*.

Actualmente, o *INEGI* conta com a participação e envolvimento de mais de 150 pessoas, entre quadros próprios (50), bolseiros de investigação (36), docentes/investigadores (40) da Universidade do Porto e outros colaboradores.

Mais recentemente, o *INEGI* tem apostado numa outra área de intervenção que consiste em apoiar a incubação de empresas, *spin-off's*, que dinamizem e transfiram para o tecido empresarial tecnologias específicas desenvolvidas ou em desenvolvimento.

O *INEGI* tem vindo a intervir em diversos sectores industriais tais como *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 mais à frente, apenas alguns destes sectores, que, pela sua notoriedade e sucesso, se destacam conferindo valor acrescentado ao tecido empresarial português.

Se é verdade que o *Conhecimento* se produz nas Universidades, é também imprescindível que esse conhecimento tome *formas de manifestação industrial*. A valorização do *Saber* deve constituir uma verda-

deira 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 **FEUP, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto** tem desde sempre desempenhado um papel de excelência neste campo, sendo a sua actividade um dos mais importantes vectores de criação de conhecimento tecnológico, amplamente reconhecido, não só a nível Nacional como a nível Europeu. Convém realçar que actualmente, a Universidade do Porto 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.



Em 1986, ou seja há 17 anos, foi criado, pela Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia, o **INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial**.

Desde que iniciou a sua actividade, o **INEGI** desenvolveu mais de 1.200 projectos para empresas privadas, empresas públicas e organismos estatais, segundo as mais diversas modalidades de contratação. Adiante é apresentada uma breve descrição de um conjunto de projectos emblemáticos que foram realizados pelo INEGI ou onde o INEGI teve uma forte participação.

A sua intervenção caracteriza-se, fundamentalmente, em três vias:

- *Consultoria especializada (apoio directo às empresas)*
- *Contratos de I&D (programas nacionais, europeus e internacionais)*
- *Formação Contínua (cursos e estágios)*

Muito embora a actuação do **INEGI**, ao longo destes 17 anos, tenha promovido a INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA em Portugal, longo é ainda o caminho a percorrer.

## 2. ACTIVIDADE EM INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

### 2.1. ENERGIA E AMBIENTE

A actividade do **INEGI** enquadra-se no âmbito das Engenharias e mais particularmente da Engenharia Mecânica e Gestão Industrial. A energia,

o ambiente e a preservação do planeta são também prioridades da sua actividade. A procura de soluções alternativas energéticas é vital para um desenvolvimento sustentado, já que o consumo de energia eléctrica apresenta uma taxa anual média de crescimento de 5%, a reserva mundial de combustíveis fósseis é limitada, a dependência energética de zonas politicamente instáveis é arriscada e a pressão ambiental para o controlo de materiais e emissões poluentes é crescente.

#### • Prevenção da Poluição

No âmbito da prevenção da poluição, o **INEGI** participa, conjuntamente com a **Danotec** – Associação das Empresas de Defesa, Armamento e Novas Tecnologias, o **BPN** – Banco Português de Negócios, S.A., o **ISQ** – Instituto de Soldadura e Qualidade, e a empresa americana, **ITB** – International Trade Bridge, num programa de combate e prevenção da poluição. Para este efeito, o INEGI criou, com estes parceiros, uma associação sem fins lucrativos, a **C3P**.

Através da C3P, iniciou-se em 2002 um programa de combate e prevenção da poluição, num projecto com a **NASA** – National Aeronautics & Space Agency dos E.U.A e o **Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente**.



#### • Consultoria e Medições Ambientais

Também na área do combate à poluição e no domínio do desenvolvimento sustentado, o **INEGI** dispõe de um serviço, já bem enraizado de consultoria, caracterização ambiental de efluentes gasosos e medição do ruído.

O **INEGI** dispõe também de um Laboratório de Caracterização Ambiental, devidamente acreditado pelo **IPO**, Instituto Português da Qualidade, especialmente dedicado à caracterização de emissões gasosas e medições de ruído, que presta regularmente serviços à Indústria.

#### • Células de Combustível e Sociedade do Hidrogénio

Um outro trabalho emblemático passa pela parceria do **INEGI** com uma empresa e o **INETI**, Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, no desenvolvimento de **Pilhas de Combustível a Hidrogénio**.

Uma pilha de combustível converte a energia contida no hidrogénio em electricidade e calor. Esta tecnologia, aplicada a um veículo, por exemplo, permite utilizar o hidrogénio como fonte de energia, tendo como única emissão vapor de água, não poluente.

Deste modo, esta tecnologia mostra-se promissora em termos de preservação ambiental.

A aplicação das **Pilhas de Combustível a Hidrogénio** está, hoje em dia, operacional e numa fase pré-comercial. Esta nova tecnologia apresenta-se como uma das alternativas energéticas com maior potencial para assumir quotas importantes na satisfação das necessidades energéticas mundiais.

O potencial desta nova tecnologia está apoiado na sua capacidade de fornecer energia ininterrupta, fiável, de qualidade, com manutenção reduzida e ambientalmente sustentável, uma vez que as emissões não são poluentes. Por outro lado, a vantagem desta fonte de energia evidencia-se, igualmente, nas suas vastas aplicações em áreas como a dos transportes, comunicações, aplicações residenciais, produção de energia em locais remotos, cogeração e trigeriação e em dispositivos móveis.

O prolongar do recurso a fontes de energia provenientes de combustíveis fósseis (petróleo ou carvão), aumentará ainda mais as emissões globais anuais de poluentes, estimando-se que em 2020 as emissões de óxidos de carbono passarão de 6,1 a 9,8 biliões de toneladas, acelerando assim as alterações climáticas e os impactos associados ao aumento do nível dos oceanos, à ocorrência de condições climáticas extremas, redução de produtividade agrícola, redução de reservas mundiais de água e perda de biodiversidade.

Existem já disponíveis protótipos de veículos de transporte movidos a Pilhas de Hidrogénio, cujas emissões não são poluentes.

O **INEGI** desenvolve actualmente, em parceria, a primeira **Pilha de Combustível** nacional.

Paralelamente, encontram-se também em desenvolvimento aplicações práticas específicas desta tecnologia, colocando assim o **INEGI** na vanguarda de conhecimentos nesta área.

#### • Energias Renováveis

O contributo do Instituto neste domínio é já vasto, em especial na área da **Energia Eólica**. Os serviços realizados passam fundamentalmente pela consultoria no âmbito da **avaliação do potencial eólico** para estudos de viabilidade e pelo apoio à implementação e manutenção de Parques Eólicos.

O **INEGI** tem uma reconhecida competência nesta área, tendo participado, ou participando em 70% dos parques eólicos instalados em Portugal, de Norte a Sul do País.

Nestes estudos, o **INEGI** montou e geriu mais de 200 estações de medição de velocidade e direcção do vento.



Em Portugal, o potencial de crescimento desta actividade é impar, sendo o objectivo definido pelo Governo e pela União Europeia o de multiplicar por 20 a potência actualmente instalada em parques eólicos, ou seja, passar dos 171 MW actuais, para os 3.500 MW no ano de 2010.

Esta actividade apresenta um elevado potencial de internacionalização, uma vez que foram já concretizados alguns trabalhos no Brasil e estão em curso propostas para Moçambique.

Ainda neste âmbito é de realçar a colaboração com a **REN**, Rede Eléctrica Nacional, do Grupo EDP, no âmbito da definição dos seus investimentos ao nível da rede eléctrica, para permitir perspectivar os aproveitamentos dos recursos eólicos nacionais.



#### • Combustão

Ainda na área da energia, o papel do **INEGI** no desenvolvimento de soluções para a produção de água quente merece certamente reconhecimento. Há vários anos que o Instituto alia esforços com uma empresa multinacional para compactar os produtos e simultaneamente atingir standards de higiene da combustão acima dos legalmente exigidos, de forma a torná-los progressivamente mais “amigos do ambiente”.

Alguns destes produtos já estão comercializados com enorme sucesso não só no mercado nacional como também no mercado externo.

### 2.2. AUTOMÓVEL

#### • Simulação de Processos Tecnológicos e Desenvolvimento do Produto

Enquadrado no projecto Europeu Brite-Euram, o **INEGI** participou no desenvolvimento de modelos constitutivos para o comportamento plástico de matéria prima em chapa, integráveis em programas de simulação plástica de embutadura de componentes automóveis.

O **INEGI** cooperou também num projecto internacional designado **IMS – Intelligent Manufacturing System**, cujo objectivo era o desenho e fabrico de ferramentas de ensaio para a indústria automóvel, tendo em vista a validação de métodos de simulação numérica de processos de conformação (método dos elementos finitos). Estas ferramentas permitiram desenvolver módulos com capacidade para prever defeitos de conformação, em particular, os que se relacionam com a geometria final da peça.

Também no âmbito da Indústria automóvel, o **INEGI** fez uma aposta de sucesso na prototipagem rápida e fabrico rápido de ferramentas, tendo desenvolvido tecnologias que permitem, de forma rápida e flexível, criar modelos e protótipos metálicos para componentes automóveis.

A título de exemplo, refira-se o desenvolvimento de uma metodologia inovadora para o desenvolvimento de novos produtos injectados, recorrendo a ferramentas CAD 3D, CAE de simulação estrutural e do processo de fundição. Complementarmente, o projecto mencionado tem ao seu dispor as recentes técnicas de prototipagem rápida para a materialização dos modelos virtuais, assim como, as tecnologias de conversão metálica para a obtenção de protótipos metálicos e de pré-séries.

Convém ainda realçar, que o auxílio prestado pelo **INEGI** à indústria automóvel, ultrapassa os domínios enunciados, abarcando ainda a análise de fadiga, de desgaste e de lubrificantes, tendo como clientes os maiores fabricantes mundiais.

### 2.3. AERONÁUTICA E AEROESPACIAL

#### • Simulação de Danos em Materiais Compósitos

Uma das áreas de competência do **INEGI** é o desenvolvimento de métodos globais de diagnóstico e de detecção de defeitos utilizando

métodos holográficos. A aplicação destas tecnologias à aeronáutica e aeroespacial permitiu o desenvolvimento de protótipos para a inspeção não destrutiva, em estaleiro, de estruturas e componentes aeronáuticos construídos em materiais compósitos.

A nível nacional, estas tecnologias têm sido aplicadas nas **OGMA – Oficinas Gerais de Material Aeronáutica**, em colaboração com a **FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra** e a **ACADEMIA DA FORÇA AÉREA**.

Neste projecto foi desenvolvido um protótipo que utiliza iluminação laser, não necessitando de contacto com o componente em estudo, evitando danos nos dispendiosos equipamentos a inspeccionar.

Ainda no âmbito da simulação de danos em materiais compósitos o **INEGI** encontra-se a realizar um projecto cujo objectivo é desenvolver metodologias para simular a fractura de materiais compósitos avançados. A investigação, coordenada pelo *Mechanics & Durability Branch do Langley Research Center* da **NASA**, e está enquadrada no programa de desenvolvimento de veículos reutilizáveis.



#### • Construção Mecânica e Dimensionamento Estrutural

No âmbito da indústria aeronáutica nacional, o **INEGI** colabora com uma empresa portuguesa de aviões ligeiros, num projecto conjunto, cujo objectivo

é a definição de metodologias de dimensionamento de estruturas em materiais compósitos para utilização na indústria aeroespacial.

Nesta perspectiva, o **INEGI** apoia o desenvolvimento de um motor Wankel (baseado no conceito de motores de pistão rotativo), que cumpre a legislação ambiental em vigor.

Ao **INEGI** cabe a responsabilidade de apoiar o desenvolvimento do processo de fabrico, montagem de protótipos, a gestão da criação de competências industriais, que possam vir a assegurar futuros desenvolvimentos deste tipo de produtos, bem como a fabricação em série e respectiva certificação das empresas para este tipo de indústria.

## 2.4. FÍSICA DE PARTÍCULAS

No âmbito da construção do acelerador de partículas do **CERN** – *European Laboratory for Particle Physics*, o **INEGI** tem colaborado no desenvolvimento dos protótipos para a estrutura dos sistemas de alinhamento. Estas estruturas devem apresentar elevada rigidez, aliada a um peso reduzido. Desta forma, os materiais compósitos com fibras de carbono cumprem o exigido pelas especificações.

## 2.5. CONSTRUÇÃO CIVIL

No âmbito da construção, o **INEGI** tem realizado um conjunto de projectos, financiados pela **FCT** – Fundação para a Ciência e Tecnologia, onde tem vindo a desenvolver novos materiais, nomeadamente "Betões Poliméricos". Este tipo de materiais, tem grandes vantagens relativamente aos betões de cimento para certo tipo de aplicações. Para além de uma elevada resistência mecânica e baixa permeabilidade, apresentam ainda tempos de cura muito reduzidos. A aplicação desta solução está em crescimento, especialmente na área da pré-fabricação, onde é hoje comum verem-se drenos para águas, caixas, tubagens, painéis para fachadas, etc.

## 2.6. TRANSPORTES

### • Infra-estruturas Terrestres

À semelhança do que já foi referido anteriormente, existe grande tradição na área dos materiais no seio do **INEGI**. O projecto **CARBOPONTE** é um bom exemplo de novas aplicações de materiais compósitos.

Neste projecto perseguem-se objectivos relacionados com o reforço de pontes com compósitos avançados, na tentativa de substituir os métodos tradicionais de reparação. Apesar desta nova metodologia implicar custos ligeiramente mais elevados, apresenta vantagens competitivas, que já despertaram o interesse do **IEP** – Instituto de Estradas de Portugal, tendo sido já aplicada em instalações piloto.

Os trágicos acontecimentos da **Ponte Hintz Ribeiro**, no rio Douro, vieram dar uma nova ênfase a esta tecnologia. Em países como Angola e Moçambique em que, devido aos conflitos, estradas e pontes se encontram seriamente danificadas, este projecto poderá ter uma aplicação de enorme interesse.

Objectivamente, é pela resistência, durabilidade e rapidez de aplicação dos



compósitos avançados (as reparações deixam de implicar o corte de faixas de rodagens que se prolonga durante semanas, para apenas demorarem algumas horas), que a aplicação da nova metodologia se destaca.

### • Gestão Industrial Aplicada aos Transportes

No que se refere à Gestão Industrial, o **INEGI** apresenta um sistema informático, emblemático da sua competência neste ramo, que apoia o planeamento operacional em empresas de transportes. Este sistema é denominado: **GIST** – Gestão Integrada de Sistemas de Transporte, sendo constituído por um conjunto de módulos destinados a auxiliar o utilizador nas diferentes fases do processo de planeamento: rede, mega-linhas, viagens e viaturas, serviços, escalamento, QIO (Quadro de Indicadores Operacionais) e INFOBUS (Informação ao Público).

## 2.7. GESTÃO INDUSTRIAL

### • Auditorias e Diagnósticos

Constitui um desafio permanente do **INEGI** promover o sucesso e o desenvolvimento das empresas portuguesas. Assim, o Instituto tem uma forte tradição na área de consultoria, auditorias e diagnósticos a empresas quer em termos organizacionais quer em termos tecnológicos.

## 2.8. GESTÃO DA INOVAÇÃO

Também no âmbito intersectorial e da gestão da inovação menciona-se um projecto levado a cabo pelo **INEGI**, "Estratégia de Inovação Regional para a Região Centro de Portugal" para a **CCRC**, Comissão de Coordenação da Região Centro. Este projecto consiste num estudo integrado em que se enuncia e define a estratégia de inovação suportada por um conjunto diversificado de programas/projectos concretos, dirigidos às empresas e a outras entidades regionais.

Pretende-se fornecer um quadro de base para a afectação dos fundos estruturais associados à **IDT** (Investigação e Desenvolvimento Tecnológico) e identificar as necessidades das empresas junto das entidades produtoras de **IDT**.

Resumidamente, este projecto inclui actividades, tais como realização da análise "SWOT" (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*), a elaboração de diagnósticos aos vários sectores existentes, a definição dos objectivos estratégicos e elaboração de um plano de actividades para a Região Centro de Portugal.

## 2.9. FORMAÇÃO

Uma das modalidades utilizadas para concretizar a vertente Transferência de Tecnologia da missão do **INEGI** é a **Formação**. Neste âmbito, o **INEGI** tem adoptado formas de intervenção distintas:

- apoio e ligação muito estreita à FEUP, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, na organização de visitas de estudo, realização de estudos e trabalhos ao longo do seu curso, projectos de fim de curso e realização de teses de mestrado e doutoramento em laboratórios do INEGI com a supervisão de Docentes Universitários e participação de colaboradores do quadro do INEGI;
- cooperação com outras instituições do ensino superior, públicas ou privadas, na organização de visitas de estudo, leccionação de disciplinas, em áreas de engenharia, design industrial, etc.;
- direccionamento do seu *know-how*, bem como as oportunidades criadas pela sua ligação à Universidade do Porto, para organizar um conjunto de acções de formação, que cobrem praticamente todas as suas áreas de intervenção. Assim, o Instituto dispõe de um plano anual de formação, constituído por acções de formação específicas que visam dar resposta às necessidades apresentadas pelas empresas.

Acreditado como entidade formadora pelo **INOFOR**, Instituto para a Inovação na Formação, o **INEGI** dispõe de salas de formação próprias, equipadas com os mais modernos meios de apoio pedagógico, prestando um serviço à comunidade empresarial portuguesa de actualização e *up-grade*, indispensável no meio industrial contemporâneo.



## 2.10. COOPERAÇÃO INTERNACIONAL E COM OS PALOP'S

Nos últimos anos, e por iniciativa própria, o **INEGI** tem feito uma aposta na sua internacionalização, quer através da já vasta participação em projectos europeus e internacionais, quer através de projectos com os PALOP's.

Em Moçambique, decorrem actualmente vários projectos de cooperação dos quais se destaca a criação de um **Laboratório Nacional de Apoio às Indústrias de Moçambique**.

## 2.12. SPIN-OFF'S E PARTICIPAÇÕES EM INSTITUIÇÕES DE CARIZ TECNOLÓGICO

Uma das missões do **INEGI**, é promover a Transferência de Tecnologia entre as Universidades, os Centros de I&D e a comunidade empresarial. Através da criação e participação em Spin-Off's, o **INEGI** tem conseguido expressão neste domínio, sendo já vasta a lista de empresas que nasceram no seio do Instituto.

## 3. CONCLUSÕES

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.

A envolvente empresarial inerente aos projectos citados revela a 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.

Julgamos que o **INEGI** se caracteriza por uma multidisciplinaridade que lhe confere um elevado potencial científico e tecnológico, que importa preservar e dinamizar.

Os autores expressam aqui o seu agradecimento a todos os que lideraram e colaboraram na execução destes projectos e a todos os que participaram na elaboração deste artigo. ■