



# engenharia

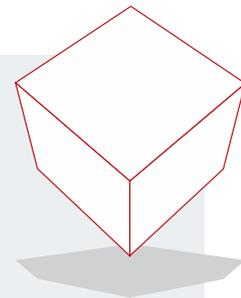
revista técnica de engenharia  
da associação nacional dos engenheiros técnicos



**ENERGIAS**  
RENOVÁVEIS

**UMA NOVA CONCEPÇÃO**  
DE UMA LICENCIATURA  
EM ENGENHARIA

**O ENSINO DA ENGENHARIA**  
**CIVIL NO SÉCULO XXI:**  
OS DESAFIOS



## artes gráficas e publicidade

**pré-impressão** [paginação e composição gráfica, digitalização e tratamento de imagem, montagem, fotolito, prova de cor] **impressão** [papel de carta, envelopes, cartões facturas/recibo, folhetos, livros, brochuras, cartazes, brindes, painéis, lonas, etc]

**publicidade** [colocação de anúncios em jornais e revistas, publicidade exterior, publicidade na internet, spots tv/rádio] **design de comunicação** [logotipo e linha gráfica, brochuras e materiais institucionais/promocionais, sinalética gráfica] **multimédia** [web sites, cd-rom, banners, postais, convites e livros interactivos, mailing]



**10% Desconto para membros, empresas e instituições com protocolos e parcerias com a ANET.**

[www.dossier.com.pt](http://www.dossier.com.pt)



# A TODOS OS ENGENHEIROS TÉCNICOS, ENGENHEIROS E ARQUITECTOS DE PORTUGAL



**Augusto Ferreira Guedes**  
Presidente da ANET

Nos últimos anos (ou Nas últimas décadas???) tem vindo a verificar-se uma efectiva consolidação da importância da engenharia em Portugal, com especial relevo para as especialidades ditas "tradicionais", nas quais assume um especial destaque a especialidade de engenharia civil, em grande parte por efeito do esforço de investigação iniciado com a criação do LNEC nos anos 40 do século passado, e bem assim da liderança dos engenheiros na concepção e execução das mais importantes obras de engenharia civil desde então construídas em Portugal.

Quanto às especialidades mais recentes, como é o caso da electrónica e da engenharia de sistemas, é de registar também a rapidez e forma consolidada como se têm imposto, o que é reflexo de uma elevada capacidade de resposta eficaz aos constantes novos desafios com que a profissão de engenheiro se depara.

No que em particular diz respeito aos engenheiros técnicos, a respectiva importância económica e social teve o adequado reconhecimento com a criação pelo Decreto-Lei nº 349/99, de 2 de Setembro, da associação de direito público que os representa, a ANET - Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos.

O ensino da engenharia defronta-se actualmente com a necessidade de dar resposta adequada às exigências decorrentes do Processo de Bolonha, competindo, por outro lado, às associações representativas das classes profissionais envolvidas pugnar pelas soluções que melhor garantam a adequada inserção dos jovens engenheiros na vida activa.

A defesa e promoção da engenharia em Portugal e, consequentemente, o interesse nacional, exigem uma especial acção concertada das associações públicas representativas das classes dos engenheiros, naturalmente que com atenção e respeito pelas respectivas especificidades e campos de actuação.

Por outro lado, compete aos poderes públicos assegurar uma sã concorrência entre as diversas classes profissionais intervenientes na área da engenharia, não introduzindo entre elas factores de tratamento discriminatório injustificado, nomeadamente quando determinado por motivações que nada têm a ver com critérios de natureza técnica ou de aptidão profissional para a prática de actos do foro da engenharia.

Fazendo uma retrospectiva do passado mais recente, constata-se que estes importantes objectivos nem sempre têm sido assumidos por parte de quem deveria pugnar com intransigência pela respectiva defesa.

Nesta matéria, assume especial gravidade o comportamento da Ordem dos Engenheiros (OE), a qual numa atitude corporativa ultrapassada, para além de jamais se ter conformado com a criação da ANET, igualmente tem vindo a assumir uma postura de desconsideração da classe dos engenheiros técnicos, esquecendo deliberadamente que estes são engenheiros de corpo inteiro, embora com um perfil diferente do perfil dos seus associados.

Como exemplos demonstrativos do que se afirma, cita-se a actuação da OE nos seguintes casos:

- Ofício circular às câmaras municipais em que define as habilitações dos seus membros estagiários para a prática de actos de engenharia, mediante uma desajustada, abusiva e redutora remissão para as habilitações dos engenheiros técnicos na matéria;
- Oposição à redenominação da ANET para ordem profissional, com o argumento retrógrado, classista e serôdio de que as ordens profissionais se destinam a representar apenas profissões para as quais seja exigido o grau de licenciatura;
- Rompimento do acordo com a ANET e a Ordem dos Arquitectos sobre a revisão do Decreto nº 73/73, de 28 de Fevereiro, com o objectivo de manter o monopólio injustificado dos seus membros na prática de determinados actos de engenharia;
- Oposição à participação dos engenheiros técnicos no Fórum das Profissões Liberais, com o argumento oco de que não são licenciados;
- Não reconhecimento dos cursos ministrados por alguns estabelecimentos de ensino reconhecidos oficialmente, desta forma impedindo os jovens de acederem e exercerem a profissão dentro da legalidade;
- Defesa da formação de cinco anos como condição para a prática de todos os actos de engenharia, quando o

Processo de Bolonha só exige três, desta se forma impedindo uma vastidão de profissionais à prática de determinados actos de engenharia, para a qual estão devidamente qualificados;

- Intenção da obtenção do monopólio da representação de todos os engenheiros, incluindo os do primeiro ciclo, na fase de Pós Bolonha;
- Falta da tomada de medidas de combate à engenharia ilícita, quando é sabido que esta prática prolifera, sendo um factor de concorrência desleal com os verdadeiros profissionais e que, como subterrânea que é, tampouco cumpre as suas obrigações perante o Estado, nomeadamente no que se refere ao pagamento de impostos;
- Política de defesa da manutenção dos privilégios injustificados dos engenheiros relativamente aos engenheiros técnicos;
- Inexistência de uma postura proactiva da melhoria da engenharia nacional.

Por seu lado, o legislador dos diversos diplomas legais que integram o pacote legislativo do Novo Regime do Arrendamento Urbano (NRAU), ao contrário do que se esperava e impunha, não teve na devida conta a existência da associação profissional de direito público que é a ANET, e bem assim os engenheiros técnicos, antes tendo privilegiado injustificadamente a Ordem dos Engenheiros e a Ordem dos Arquitectos, e respectivos membros.

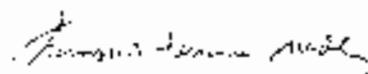
Nesta matéria, assume especial gravidade o tratamento discriminatório e bloqueador do exercício da profissão pelos engenheiros técnicos no tocante à determinação do nível de conservação dos imóveis locados, dado que não foram admitidos ao exercício desta actividade nas mesmas condições de igualdade e de dignidade profissional que foram reconhecidas aos engenheiros e arquitectos, tudo com a originalidade de a estes últimos profissionais terem passado a ser reconhecidos conhecimentos e aptidões profissionais da área da engenharia, enquanto que aos engenheiros técnicos foi desprezada a sua efectiva qualificação profissional.

Sendo igualmente de registar e lamentar o silêncio contido da Ordem dos Engenheiros e da Ordem dos Arquitectos quanto ao tratamento privilegiado que o legislador lhes concedeu, bem como aos respectivos membros.

No entendimento da ANET, é tempo de arrepiar caminho na continuação de comportamentos e na tomada de medidas legislativas como os acima descritos, os quais para além de constituírem um factor de perturbação do sã relacionamento entre as classes dos engenheiros técnicos, engenheiros e arquitectos, e igualmente entre as respectivas associações profissionais de direito público, acaba por não dignificar e por empobrecer a engenharia e a arquitectura nacionais.

Como sempre, a ANET está empenhada em continuar a trabalhar contra estes males, e em fazer tudo o que estiver ao seu alcance para a defesa da dignidade e a promoção da Engenharia Nacional e dos seus actores, conforme o atestam os contributos que recentemente deu para a revisão do Decreto nº 73/73, de 28 de Fevereiro.

E com a esperança de que este não seja um esforço solitário.





1º Prémio – Agricultura Biológica, Amor Telúrico  
(Idanha-A-Nova), de Maria Luísa Barreiros  
(Concurso fotográfico - ANET)

# ÍNDICE

## FICHA TÉCNICA

Março de 2007

### Propriedade

**ANET - Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos**

Prç. Dom João da Câmara, n.º19  
1200-147 LISBOA  
tel 213 256 327 / 213 256 328  
fax 213 256 334  
email [cdn@anet.pt](mailto:cdn@anet.pt)

### Director

Augusto Ferreira Guedes

### Director Adjunto

António Eduardo Lousada

### Coordenador

Luisa Cruz

### Publicidade

Dossier, Comunicação e Imagem  
tel 218 922 480 / fax 218 922 489  
email [dossier@dossier.com.pt](mailto:dossier@dossier.com.pt)

### Projecto Gráfico

### Impressão e Acabamento

Dossier, Comunicação e Imagem  
[www.dossier.com.pt](http://www.dossier.com.pt)

### Tiragem

18.000 exemplares

*Os artigos assinados apenas veiculam as posições dos seus autores.*

Distribuição Gratuita aos Membros da ANET

A TODOS OS ENGENHEIROS  
TÉCNICOS, ENGENHEIROS E  
ARQUITECTOS DE PORTUGAL

**página 1**



MODERNIZAR  
A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

**página 7**

UMA NOVA CONCEPÇÃO  
DE UMA LICENCIATURA  
EM ENGENHARIA

**página 11**



O ENSINO DA ENGENHARIA  
CIVIL NO SÉCULO XXI:  
OS DESAFIOS

**página 15**





## ENERGIAS RENOVÁVEIS

**página 19**

## PILHA DE COMBUSTÍVEL INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO NA GERAÇÃO DE ENERGIA PARA A PROPULSÃO DOS NOVOS SUBMARINOS DA MARINHA DE GUERRA PORTUGUESA

**página 29**



## FALEMOS UM POUCO DE TEATRO

**página 39**



## CONCURSO DE FOTOGRAFIA

**página 42**



2º Prémio – Moinho XXI (Serra do Caramulo), de Ricardo José Dias  
(Concurso fotográfico - ANET)

# MODERNIZAR A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

Fátima Fonseca **TRANSFORMAR A BUROCRACIA**

Quadro superior da administração pública, formadora, mestre em Administração e Políticas Públicas pelo ISCTE.

Embora as razões tenham variado de país para país, o processo de mudança na administração pública é um fenómeno comum à generalidade das democracias ocidentais modernas. Em alguns países, este movimento foi designado por "reinvenção do governo", noutros por "nova gestão pública", noutros ainda por "modernização ou reforma do Estado". Estas mudanças tiveram uma origem comum: o cenário globalizado que emergiu nas últimas décadas, impulsionado pela mundialização da economia e pelo desenvolvimento das novas tecnologias da informação e da comunicação. Este cenário pôs em causa a adequação do modelo burocrático de organização, ainda predominante nas administrações públicas, uma organização piramidal, com uma rígida cadeia de comando, com funções despersonalizadas, regida por regras e procedimentos formais e com agentes funcionalmente especializados. Efectivamente, o novo contexto em que as organizações públicas se movem tem vindo a exigir transformações profundas neste *status quo* administrativo. As grandes tendências são:

- **Administração Produtiva:** Para aumentar a produtividade, desenvolveram-se formas de flexibilidade gestionária, foram repensadas as formas de planeamento orçamental e de actividades, foi reequacionado o controlo, nomeadamente financeiro e desenvolvidas novas formas de *accountability*.
- **Administração Leve:** Emagrecer as estruturas, criar organizações autónomas e externalizar serviços para privados é fundamental para melhorar a capacidade de resposta. Mas as alterações estruturais devem ser ponderadas, para não terem custos de continuidade, perda de memória institucional e dificuldades de coordenação.
- **Administração de Qualidade:** Foram adoptadas medidas que procuram melhorar a prestação de serviços, como as cartas da qualidade e as one-stop shops, locais onde o utente pode realizar todas as suas transacções com o gov-

erno. Também a qualidade da legislação pode ser melhorada, tornando-a mais simples para que não constitua um travão à economia.

- **Administração Profissional:** A construção de uma força de trabalho eficaz é determinante para a qualidade dos serviços públicos. Isso implica a reforma de legislação laboral, sistemas de remuneração ligados ao desempenho, o recrutamento de pessoas qualificadas e um equilíbrio entre um sistema de mérito e a direcção política da administração.
- **Administração Digital:** Muitas das inovações importantes no sector público têm no seu centro as tecnologias de informação e comunicação. O e-government é o grande objectivo, visando, em última análise, a realização de transacções online. O que representa enormes oportunidades para redução de custos, inovação, aumento da transparência e participação dos cidadãos.
- **Administração Receptiva:** Para acolher a sociedade civil, a administração torna-se aberta e transparente, através de políticas de informação e consulta aos cidadãos. Mas também envolvendo-os em muitos sectores da governação, com parcerias para melhorar os resultados e criar confiança nas instituições públicas.

## ADOPTAR UMA GESTÃO PÚBLICA MODERNA

Para se adaptar às transformações profundas que têm ocorrido na sociedade global, mais do que investir em tecnologia ou em reconstruções organizacionais, é necessário investir nas pessoas, mudar o sistema de valores e transformar o modelo de liderança ainda predominante nas organizações públicas. Existe um consenso alargado relativamente aos aspectos que traduzem a boa gestão de uma organização pública moderna. Bastará verificar que uma das reformas mais populares na Europa continental tem sido a da gestão da qualidade, que procura melhorar o desempenho da organização envolvendo os trabalhadores e os clientes nas suas decisões, ambos os grupos largamente subestimados pela gestão burocrática tradicional. É, assim, fácil identificar um conjunto de princípios ou linhas orientadoras comuns a partir dos principais modelos de qualidade que têm vindo a ser aplicados pelas administrações públicas um pouco por toda a Europa: o modelo da *European Foundation for Quality Management* (EFQM) e, mais recentemente, o modelo *Common Assessment Framework* (CAF), uma ferramenta de auto-avaliação da qualidade desenvolvida ao nível da União Europeia especificamente para a administração pública. Esta última ferramenta, cuja divulgação os governos dos Estados Membros da União Europeia se comprometeram a assegurar, destina-se a ajudar as respectivas administrações públicas a compreender e utilizar as técnicas básicas de gestão da qualidade.

Inspirados nos critérios destes modelos podemos afirmar que as grandes linhas

de intervenção prioritárias ou caminhos que indicam “como fazer” para alcançar os resultados que se consideram desejáveis numa organização pública moderna, são basicamente seis:

**1) Liderança adequada.** Os dirigentes das organizações públicas devem ser verdadeiros líderes e não apenas gestores. Ou seja, devem ter a capacidade de articular e divulgar uma missão, uma visão e o quadro valores que norteiam a actividade da sua organização; devem dar o exemplo, adoptando os comportamentos adequados, apoiar as pessoas e gerir as relações com todas as partes interessadas (*stakeholders*).

**2) Pensamento estratégico.** Os dirigentes devem promover a implementação de uma missão e de uma visão através de uma estratégia clara e orientada para as diversas partes interessadas, apoiada por planos, objectivos, metas e processos apropriados, baseados na recolha constante de informações e permanentemente monitorizados.

**3) Desenvolvimento das pessoas.** A organização deve conseguir desenvolver e libertar o conhecimento e todo o potencial dos seus recursos humanos, colocando-o ao serviço da estratégia. Deve, ainda, adoptar os mecanismos adequados para otimizar o potencial das pessoas que nela trabalham, através do desenvolvimento das suas competências e do *empowerment*.

**4) Parcerias.** A organização deve gerir de forma eficaz os seus recursos internos (materiais, financeiros, tecnológicos e de conhecimento) e fazer uma aposta nas parcerias, de modo a apoiar a sua estratégia e o respectivo planeamento e a assegurar uma exploração eficaz dos seus processos.

**5) Gestão do conhecimento.** A organização deve desenvolver um conjunto de práticas destinadas a criar, a organizar e a explorar o conhecimento para melhorar o desempenho organizacional e assegurar a continuidade do capital humano perante a mobilidade e a saída de funcionários.

**6) Empenho permanente na mudança.** A organização deve gerir, melhorar e desenvolver os seus processos, de forma a apoiar e a renovar a sua estratégia e planeamento, a criar valor acrescentado e a satisfazer os cidadãos-clientes e as restantes partes interessadas, o que passa por uma deliberada e permanente gestão “sociotécnica” da mudança.

## MUDAR MENTALIDADES

Num mundo globalizado, os países que pretendam ter uma posição concorrencial têm de fomentar a inovação, ou seja, a introdução de novas ideias, métodos, processos, estruturas ou instrumentos de acção, incluindo nas suas administrações públicas. A análise dos principais aspectos que constituem a boa gestão das organizações públicas coloca em evidência que, na era do conhecimento, o capital humano é o principal recurso estratégico das organizações. Nesta perspectiva, as pessoas são a principal riqueza da administração pública e, para se modernizar e prestar serviços de qualidade, esta deverá capitalizar todo o seu potencial.

Em Portugal, os últimos anos foram férteis em iniciativas de modernização. Os resultados modestos de muitas delas confirmam que o grande desafio que enfrentamos é conseguir uma transformação cultural: da forma como os cidadãos, os eleitos, os dirigentes e os funcionários públicos concebem a respectiva missão na governação de um Estado no século XXI. Esta transformação significa, nomeadamente, o desenvolvimento de uma ética de responsabilidade por todos os que nela trabalham. Numa época em que cada vez é mais ténue a fronteira entre o público e o privado, a todos é exigida a participação na concretização do interesse público. A todos é exigido que exerçam os seus conhecimentos e capacidades para promover o aumento do bem-estar e da qualidade de vida das pessoas. Esta ética da responsabilidade, associada à autonomia individual, à flexibilidade, à inovação, aos ambientes organizacionais menos hierárquicos, ao desenvolvimento e

realização pessoal, implica uma profunda mudança de mentalidades e de paradigmas comportamentais. Já não se pretende que as pessoas conheçam e cumpram um conjunto estabelecido de deveres profissionais apenas para evitar processos disciplinares. Exige-se um empenho individual na procura da excelência, entendida como o encontrar da melhor solução possível para as necessidades a satisfazer. Este é o verdadeiro motor da inovação e o principal desafio de todas as organizações - públicas e privadas - no mundo de hoje.



**150 Anos ao serviço da Engenharia**

**PELA LEGALIDADE**  
**Diga NÃO à engenharia ilícita**

[www.anet.pt](http://www.anet.pt)

**Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos**

**ANET**





3º Prémio – Sal Artesanal (Ria de Aveiro), de Manuel António Cruz  
(Concurso fotográfico - ANET)

# UMA NOVA CONCEPÇÃO DE UMA LICEN- CIATURA EM ENGENHARIA

**Manuela Vaz Velho e Manuel Rui Alves**  
Professores Coordenadores  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão  
Instituto Politécnico de Viana do Castelo

## 1. ENQUADRAMENTO

A licenciatura em Engenharia Alimentar, que de seguida se apresenta, é uma proposta de adequação segundo as alterações introduzidas pela Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei nº 49/2005) e pelo Decreto-Lei 74/2006 que procedeu à regulamentação dessas alterações relativas ao novo modelo de organização do ensino superior no que respeita aos ciclos de estudos.

Esta proposta assegura a flexibilidade dos planos de estudo baseada na acumulação progressiva de créditos (ECTS) por área científica, correspondentes a qualificações e níveis de formação diferenciados, oferecendo caminhos flexíveis de aprendizagem e promovendo a formação ao longo da vida, que vão para além, cremos, do previsto na legislação para a adequação/criação das licenciaturas no âmbito do processo de Bolonha.

O curso proposto está organizado em temas e sub-temas (Tabela I). Cada tema corresponde a um ano lectivo e cada sub-tema corresponde a um semestre. Esta estruturação por temas e

sub-temas tem por objectivo organizar as actividades dos alunos por patamares, desde uma preparação técnica de base, passando por uma especialização técnica, e terminando na capacidade de projectar.

A grande inovação desta proposta reside na sua flexibilidade formativa pela possibilidade de, dentro da estrutura da licenciatura, poderem ser atribuídos certificados/diplomas, que não só o diploma final de licenciatura.

Esta organização facilitará a entrada de alunos de outros níveis de ensino ou oriundos do mercado de trabalho para qualquer nível do Curso, de acordo com as suas competências, possibilitando a formação especializada e a formação recorrente de técnicos das empresas sem ser necessária a criação de formações específicas para o efeito.

Qualquer acção de formação, para ser rentável a quem a oferece, necessita de um número mínimo de participantes. Com esta proposta, não haverá necessidade de afectar recursos humanos e materiais extras, havendo também menos encargos na publicitação da oferta formativa, porque esta está continuamente disponibilizada. Pensamos que este modelo se ajusta ao tipo de empresas do distrito - micro e pequenas empresas - que eventualmente tenham necessidade de formar um ou outro dos seus funcionários. A experiência revela-nos que, embora disponibilizemos várias acções de formação no âmbito das diversas competências da instituição, muitas acabam por não se realizarem por não se ter atingido o número mínimo de candidatos para a viabilizar do ponto de vista financeiro.

Estes alunos externos poderão frequentar, quer só as unidades curriculares que lhes interessam, quer um ou os dois semestres lectivos. Nesta última situação, prevemos a possibilidade de conferir diplomas técnicos nos diferentes níveis da licenciatura semelhantes aos dos Cursos de Especialização Tecnológica (CETs). Esta formação funcionaria como se fosse um CET integrado na licenciatura

Esta proposta teve ainda em consideração que nos cursos de engenharia a taxa de insucesso, que potencia o abandono escolar, é muito elevada. Dados do Observatório da Ciência e Ensino Superior (2003) revelam que 40,6% dos alunos não terminam os seus estudos no período do respectivo ciclo formativo e que nos cursos de Engenharia sobretudo devido às Matemáticas, o insucesso é bastante superior à média nacional. Para os alunos da formação inicial que pretendam desistir, desanimados com as reprovações nas ciências básicas nos primeiros anos, ou para aqueles que não conseguiram terminar os seus cursos no período previsto pelo futuro regime de prescrições, este modelo permitir-lhes-á saírem da licenciatura, qualificados com certificados ou diplomas de técnico, consoante as unidades curriculares e respectivos ECTS em que tenham sido aprovados.

## 2. ESTRUTURA CURRICULAR DA PROPOSTA DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA ALIMENTAR

A estrutura curricular proposta (Tabela I) evidencia o carácter profissionalizante desta licenciatura em todos os níveis /anos curriculares propostos.

Nas Tabelas II, III e IV, são apresentados os objectivos de aprendizagem, as unidades curriculares e as competências específicas relativas a cada área temática e respectivos sub-temas. São também apresentados os certificados /diplomas respectivos.

Com esta organização, que engloba diferentes áreas científicas logicamente integradas, pretende-se que o aluno adquira sinergias importantes que resultem num ganho substancial de desenvoltura, tanto nos aspectos técnicos e científicos, como nas competências transversais necessárias em qualquer actividade profissional.

**TABELA I - Organização do Curso em temas e sub-temas, de acordo com os anos e semestres lectivos.**

<b>Tema 1:</b> Preparação científica e técnica de base	<b>Sub-tema 1.1:</b> nivelção de conhecimentos
	<b>Sub-tema 1.2:</b> formação laboratorial
<b>Tema 2:</b> Preparação científica e técnica de base	<b>Sub-tema 2.1:</b> processamento e condução de equipamentos
	<b>Sub-tema 2.2:</b> análise da qualidade dos alimentos
<b>Tema 3:</b> Preparação científica e técnica de base	<b>Sub-tema 3.1:</b> projecto do produto e da planta
	<b>Sub-tema 3.2:</b> gestão da qualidade na empresa alimentar

**TABELA II - Objectivos e competências específicas relativas à área temática e sub-temas do 1º ano lectivo.**

Tema 1 - Preparação científica e técnica de base			
	<b>Sub-tema 1.1 - Nivelção de conhecimentos</b>		
	<b>Objectivos:</b> Nivelar, desenvolver e aprofundar os conhecimentos dos alunos no âmbito das ciências de base.		
1º semestre	<b>Unidades curriculares</b>	<b>Competências</b>	
	Análise matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhece os tópicos fundamentais das ciências básicas com aplicação à engenharia.</li> <li>• Conhece os tecidos animais e vegetais vivos e as alterações pós-abate e pós-colheita.</li> <li>• Conhece o mundo microbiano e os factores ambientais que influem no crescimento dos microorganismos.</li> <li>• Conhece as normas de conduta em laboratório e sabe manusear reagentes e equipamentos;</li> <li>• Sabe executar e reportar os resultados de experiências simples.</li> </ul>	
	Álgebra e geometria analítica		
	Física		
	Química		
	Biologia e microbiologia geral		
	<b>Sub-tema 1.2 - Formação laboratorial</b>		
	<b>Objectivos:</b> Garantir uma sólida formação laboratorial nas áreas das ciências aplicadas e das engenharias. (possível atribuição de diploma de Técnico de Laboratório)		
1º Ano	<b>Unidades curriculares</b>	<b>Competências</b>	
	2º semestre	Laboratórios de química e de bioquímica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhece os principais componentes dos alimentos;</li> <li>• Descreve as principais vias de síntese e metabolismo dos compostos alimentares;</li> <li>• Utiliza técnicas de laboratório para identificação e quantificação dos principais microorganismos patogénicos e dos responsáveis pela degradação de alimentos;</li> <li>• Conhece as técnicas de formação de painéis de provadores e conduz testes simples de análise discriminativa;</li> <li>• Conhece equipamentos de armazenamento e transporte de produtos em laboratório e planta-piloto</li> <li>• Percepciona e sabe fixar objectivos de grupo;</li> <li>• Sabe desenvolver trabalho multi/interdisciplinar;</li> <li>• Conhece e aplica diferentes estilos de comunicação;</li> <li>• Usa adequadamente técnicas de linguagem oral e escrita na língua nativa;</li> <li>• Sabe comunicar oralmente e por escrito em inglês;</li> <li>• Conhece e manipula as ferramentas TIC, aplicando-as em trabalhos no âmbito do projecto de ensino;</li> <li>• Tem noções básicas de higiene e segurança e sabe aplicá-las em contexto laboratorial e em planta-piloto.</li> <li>• Possui códigos de ética ambiental.</li> </ul>
		Laboratórios de microbiologia alimentar	
		Laboratórios de análise física e sensorial	
		Condução e manutenção de equipamentos	
		Formação complementar I	

## 3. DISTRIBUIÇÃO DOS ECTS PELAS ÁREAS CIENTÍFICAS

A legislação que regula a organização dos currículos resultantes da implementação do Processo de Bolonha determina que esta organização tenha como

base o número de horas de trabalho dos estudantes (HT), medidas através de créditos (ECTS).

O número de créditos de cada unidade curricular foi baseado nos seguintes princípios orientadores:

**TABELA III - Objectivos e competências específicas relativas à área temática e sub-temas do 2º ano lectivo**

Tema 2 - Processamento e análise da qualidade dos alimentos		
2º Ano	<b>Sub-tema 2.1 - Processamento e condução de equipamentos</b>	
	<b>Objectivos:</b> Garantir o domínio dos processos de fabrico alimentares desde a sua formulação até à condução dos equipamentos.	
	<b>Unidades curriculares</b>	<b>Competências</b>
	Tecnologias dos lacticínios I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui o adequado conhecimento dos fenómenos químicos, físicos, biológicos e sensoriais associados aos alimentos;</li> <li>• Conhece os fenómenos de transferência e operações unitárias associados aos diferentes processos de fabrico de alimentos quer em termos conceptuais, quer em prática laboratorial;</li> <li>• Conhece as instalações e equipamentos da indústria alimentar e compreende o seu funcionamento e controlo;</li> <li>• Conhece os princípios e as técnicas de conservação e de transformação de alimentos e os efeitos dos parâmetros do processo na qualidade do produto;</li> <li>• É capaz de realizar balanços de massa e de energia para um dado processo;</li> <li>• Conhece as propriedades dos materiais de embalagem de alimentos e sabe seleccioná-los de acordo com o tipo de alimento;</li> <li>• Conhece os métodos estatísticos de suporte ao controlo da qualidade dos alimentos</li> </ul>
	Tecnologias dos vinhos e outras bebidas alcoólicas I	
	Tecnologias da transformação de Carnes e Pescado I	
Tecnologias de fabrico de pré-cozinhados e minimamente processados I		
Outras tecnologias de transformação de alimentos I		
Métodos numéricos e estatística		
<b>Sub-tema 2.2 - Análise da qualidade dos alimentos</b>		
<b>Objectivos:</b> Garantir um sólido conhecimento da composição dos alimentos. (possível atribuição de diploma de técnico em Tecnologia Alimentar)		
<b>Unidades curriculares</b>	<b>Competências</b>	
Tecnologias dos lacticínios II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhece e compreende os princípios que tornam um produto alimentar seguro para o consumidor;</li> <li>• Conhece os aspectos nutricionais, toxicológicos e alergénicos de alimentos e aditivos;</li> <li>• Examina e controla matérias-primas e produtos segundo os parâmetros definidos pelas normas e legislação, seleccionando e aplicando as técnicas laboratoriais específicas para a análise de cada produto nas vertentes microbiológica, química, física e sensorial;</li> <li>• Escolhe e aplica as ferramentas estatísticas do controlo da qualidade de produtos e de processos.</li> </ul>	
Tecnologia dos vinhos e outras bebidas alcoólicas II		
Tecnologias da transformação de carnes e pescado II		
Tecnologia da produção de pré-cozinhados e minimamente processados II		
Outras tecnologias de transformação de alimentos II		

- 40 semanas de trabalho lectivo;
- 40 horas de trabalho semanal para os alunos, num total de 1600 horas, sendo 20 horas de contacto com os docentes (aulas teóricas, teorico-práticas, ensino prático e laboratorial, seminário) e 20 horas de trabalho autónomo;
- 1 Unidade de Crédito (ECTS) - 27 horas de trabalho.
- Funcionamento semestral das unidades curriculares à semelhança da generalidade dos cursos de Engenharia ou de Ciência Alimentar das Escolas do Ensino Superior Europeias.

Em 1997, ainda no âmbito do antigo bacharelato em Engenharia Alimentar, foi realizado um trabalho de pesquisa de opiniões sobre a actividade pedagógica e sobre o trabalho solicitado aos alunos, envolvendo todos os docentes e todos os alunos do curso. Na sequência desse trabalho, efectuou-se uma atribuição de créditos às disciplinas

do Curso. No entanto, verificou-se que o trabalho dispendido pelos alunos era muito dispar, em função das diferentes disciplinas, o que também não era independente dos regimes de avaliação nelas praticados. Esta é uma das questões que se espera ver resolvida com a alteração do paradigma ensino/aprendizagem a que agora se pretende proceder.

Em 2006, e no âmbito da preparação do Curso para a sua adequação aos requisitos decorrentes da Declaração de Bolonha, os inquéritos foram repetidos, desta feita no âmbito do Curso de Licenciatura bietápica existente. Estes inquéritos permitiram concluir que as formas de leccionar, o tipo de trabalhos efectuados autonomamente pelos alunos e o tipo de avaliação efectuada mantêm ainda algumas disparidades em relação ao que seria desejável, quando se comparam as diferentes disciplinas.

No entanto, e tal como já se tinha veri-

ficado em 1997, os inquéritos mostram que as opiniões dos docentes e alunos estão em sintonia, quando se consideram as opiniões médias dos alunos em comparação com as opiniões dos docentes por unidade curricular. Esta sintonia faz com que seja possível, neste momento, arquitectar uma distribuição de créditos e construir todos os conteúdos das unidades curriculares de forma harmónica, tendo em atenção o trabalho que é solicitado ao aluno.

Porém, estes inquéritos realizados em 1997 e 2006 não reflectem o novo modelo de organização do trabalho escolar aqui proposto no âmbito da Declaração de Bolonha, nem tal seria, evidentemente, possível. Assim, logo que o modelo proposto entre em funcionamento, está prevista a monitorização do trabalho estimado dos alunos e da sua adequação ao plano de estudos, para se poderem promover atempadamente todas as correcções que entretanto se afigurem pertinentes.

A distribuição de créditos pelas diferentes áreas curriculares determina, necessariamente, um tipo de perfil de competências. A Engenharia Alimentar da ESTG/IPVC faz parte desde 2002, de um grupo europeu, o ISEKI (Integrating safety and environmental knowledge in food towards European sustainable development), constituído por 113 parceiros (74 Instituições de ensino superior, 37 empresas e unidades de I&D, 2 federações europeias de estudantes), 93 da EU e 20 de países fora da EU. O objectivo geral deste projecto é contribuir para a harmonização do ensino superior europeu da área Alimentar.

O ISEKI definiu o número mínimo de créditos para qualquer Curso de 1º Ciclo na área Alimentar. Essa definição consta de uma definição de 110 ECTS obrigatórios, tal como se mostra na Tabela V.

Das recomendações desse grupo de trabalho resulta o seguinte:

- As diferentes licenciaturas na área alimentar configuradas no âmbito da Declaração de Bolonha, devem conter um número mínimo de 110 ECTS comuns, o que as permitirá definir como de Ciência ou Engenharia Alimentar;
- As licenciaturas dispõem de 70 ECTS, que deverão ser alocados a diferentes áreas científicas, de forma a conferir-lhes uma adequação aos seus objectivos mais específicos.

A distribuição destes 70 ECTS, nesta proposta, teve em atenção os seguintes pontos:

- O Curso de Engenharia Alimentar

**TABELA IV - Objectivos e competências específicas relativas à área temática e sub-temas do 3º ano lectivo.**

Tema 3 - Projecto e gestão do produto e da empresa										
3º Ano	<p><b>Sub-tema 3.1 - Projecto do produto e da planta</b>  <b>Objectivos:</b> Garantir o desenvolvimento de capacidade de aplicar os conhecimentos em áreas de análise e concepção em produtos e linhas de processamento alimentar</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Unidades curriculares</th> <th>Competências</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Projecto do produto alimentar</td> <td rowspan="5"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concebe, desenvolve, otimiza e produz de forma controlada produtos alimentares altamente competitivos, garantindo a qualidade dos produtos alimentares segundo a normativa em vigor;</li> <li>• Preocupa-se em adaptar os produtos alimentares à luz dos novos conhecimentos provenientes das áreas da medicina e da nutrição;</li> <li>• Aplica e interpreta métodos estatísticos de análise sensorial para avaliação da qualidade e preferência dos consumidores;</li> <li>• É capaz de realizar o dimensionamento de equipamentos simples e de integrar a utilização de vários equipamentos num processo alimentar.</li> <li>• Sabe elaborar manuais de boas práticas de higiene e de fabrico;</li> <li>• Sabe identificar os pontos críticos de controlo do processo e definir as medidas preventivas e correctivas.</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Projecto da linha de processamento</td> </tr> <tr> <td>Tecnologia e gestão de equipamentos</td> </tr> <tr> <td>Higiene e Segurança Alimentar</td> </tr> <tr> <td>Projecto industrial I</td> </tr> </tbody> </table>	Unidades curriculares	Competências	Projecto do produto alimentar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concebe, desenvolve, otimiza e produz de forma controlada produtos alimentares altamente competitivos, garantindo a qualidade dos produtos alimentares segundo a normativa em vigor;</li> <li>• Preocupa-se em adaptar os produtos alimentares à luz dos novos conhecimentos provenientes das áreas da medicina e da nutrição;</li> <li>• Aplica e interpreta métodos estatísticos de análise sensorial para avaliação da qualidade e preferência dos consumidores;</li> <li>• É capaz de realizar o dimensionamento de equipamentos simples e de integrar a utilização de vários equipamentos num processo alimentar.</li> <li>• Sabe elaborar manuais de boas práticas de higiene e de fabrico;</li> <li>• Sabe identificar os pontos críticos de controlo do processo e definir as medidas preventivas e correctivas.</li> </ul>	Projecto da linha de processamento	Tecnologia e gestão de equipamentos	Higiene e Segurança Alimentar	Projecto industrial I	
	Unidades curriculares	Competências								
	Projecto do produto alimentar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concebe, desenvolve, otimiza e produz de forma controlada produtos alimentares altamente competitivos, garantindo a qualidade dos produtos alimentares segundo a normativa em vigor;</li> <li>• Preocupa-se em adaptar os produtos alimentares à luz dos novos conhecimentos provenientes das áreas da medicina e da nutrição;</li> <li>• Aplica e interpreta métodos estatísticos de análise sensorial para avaliação da qualidade e preferência dos consumidores;</li> <li>• É capaz de realizar o dimensionamento de equipamentos simples e de integrar a utilização de vários equipamentos num processo alimentar.</li> <li>• Sabe elaborar manuais de boas práticas de higiene e de fabrico;</li> <li>• Sabe identificar os pontos críticos de controlo do processo e definir as medidas preventivas e correctivas.</li> </ul>								
	Projecto da linha de processamento									
	Tecnologia e gestão de equipamentos									
	Higiene e Segurança Alimentar									
	Projecto industrial I									
	<p><b>Sub-tema 3.2 - Gestão da qualidade na empresa alimentar</b>  <b>Objectivos:</b> Garantir a capacidade de integrar conhecimentos complementares nas áreas de gestão, ambiente e comercialização no sector alimentar. (possível atribuição de diploma de técnico em <b>Qualidade Alimentar</b>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Unidades curriculares</th> <th>Competências</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Legislação e certificação de empresas/produtos alimentares</td> <td rowspan="6"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhece e avalia a conformidade das instalações e processos com códigos de boa prática e modelos de aplicação obrigatória na gestão da qualidade de empresas alimentares.</li> <li>• Elabora projecto de criação e organização da empresa alimentar;</li> <li>• Sabe organizar e gerir recursos técnicos, financeiros e humanos;</li> <li>• Integra os conhecimentos de engenharia e gestão ambiental no projecto da empresa.</li> <li>• Formula estratégias de marketing e sabe elaborar um plano de marketing;</li> <li>• Conhece os circuitos de distribuição e logística dos produtos alimentares;</li> <li>• Sabe inovar e adaptar-se a novas situações;</li> <li>• Sabe procurar e actualizar conhecimentos;</li> <li>• Age com iniciativa e sabe identificar oportunidades;</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Engenharia ambiental</td> </tr> <tr> <td>Comercialização e distribuição de produtos alimentares</td> </tr> <tr> <td>Projecto industrial II</td> </tr> <tr> <td>Indústria Alimentar e Inovação</td> </tr> <tr> <td>Formação complementar II</td> </tr> </tbody> </table>	Unidades curriculares	Competências	Legislação e certificação de empresas/produtos alimentares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhece e avalia a conformidade das instalações e processos com códigos de boa prática e modelos de aplicação obrigatória na gestão da qualidade de empresas alimentares.</li> <li>• Elabora projecto de criação e organização da empresa alimentar;</li> <li>• Sabe organizar e gerir recursos técnicos, financeiros e humanos;</li> <li>• Integra os conhecimentos de engenharia e gestão ambiental no projecto da empresa.</li> <li>• Formula estratégias de marketing e sabe elaborar um plano de marketing;</li> <li>• Conhece os circuitos de distribuição e logística dos produtos alimentares;</li> <li>• Sabe inovar e adaptar-se a novas situações;</li> <li>• Sabe procurar e actualizar conhecimentos;</li> <li>• Age com iniciativa e sabe identificar oportunidades;</li> </ul>	Engenharia ambiental	Comercialização e distribuição de produtos alimentares	Projecto industrial II	Indústria Alimentar e Inovação	Formação complementar II
	Unidades curriculares	Competências								
	Legislação e certificação de empresas/produtos alimentares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhece e avalia a conformidade das instalações e processos com códigos de boa prática e modelos de aplicação obrigatória na gestão da qualidade de empresas alimentares.</li> <li>• Elabora projecto de criação e organização da empresa alimentar;</li> <li>• Sabe organizar e gerir recursos técnicos, financeiros e humanos;</li> <li>• Integra os conhecimentos de engenharia e gestão ambiental no projecto da empresa.</li> <li>• Formula estratégias de marketing e sabe elaborar um plano de marketing;</li> <li>• Conhece os circuitos de distribuição e logística dos produtos alimentares;</li> <li>• Sabe inovar e adaptar-se a novas situações;</li> <li>• Sabe procurar e actualizar conhecimentos;</li> <li>• Age com iniciativa e sabe identificar oportunidades;</li> </ul>								
Engenharia ambiental										
Comercialização e distribuição de produtos alimentares										
Projecto industrial II										
Indústria Alimentar e Inovação										
Formação complementar II										

necessita de alocar uma parte dos 70 ETCS à área das Ciências de Engenharia Alimentar e à área das Ciências Aplicadas à Tecnologia Alimentar;

de forma a garantir a aquisição de competências técnicas nos processos de fabrico de alimentos;

- De acordo com os dados existentes relativamente à empregabilidade dos actuais bacharéis e licenciados, diplomados pela ESTG/IPVC, para além das áreas tecnológicas e laboratoriais, o

emprego tem aumentado substancialmente nas áreas do controlo da qualidade integrado na gestão das empresas, e no âmbito de modelos de segurança alimentar. Por esta razão, a alocação de um número significativo de créditos na área da Qualidade e Segurança na Engenharia Alimentar foi também realizada.

As unidades curriculares, designadas por Formação Complementar I e II, compreendem um conjunto de 12 módulos, correspondentes a 12 ECTS, cujas competências estão descritas na proposta. Os alunos escolhem 12 dos 18 módulos, previamente identificados pelos responsáveis pela elaboração da proposta como relevantes para um licenciado em engenharia.

Na Tabela V é visível que a distribuição de ECTS da proposta respeita não só os critérios mínimos definidos pelo ISEKI, mas também respeita os critérios definidos pela ANET/FEANI.

O perfil de licenciatura aqui proposto permite a aquisição das competências gerais e adicionais que suportam o desempenho dos actos de engenharia do recém-criado colégio de Eng. Alimentar da ANET.

#### 4. COMENTÁRIOS FINAIS

Creemos que este formato flexível de licenciatura, possibilitando a atribuição de certificados/diplomas nos vários níveis do curso, pode ser facilmente adoptado nos diversos cursos de Engenharia.

De igual modo ao que propomos para os licenciados, pretendemos facilitar a integração profissional destes técnicos, não licenciados, disponibilizando-lhes um estágio em empresa, que será supervisionado em conjunto pela instituição formadora e pela instituição acolhedora.

Faria, no entanto, todo o sentido que fosse possibilitada a acreditação de competências profissionais destes técnicos através, quiçá, de um protocolo com a própria ANET, tal qual como propomos para o estágio extracurricular da licenciatura.

**TABELA V - Distribuição dos ECTS pelas áreas científicas.**

Áreas científicas	ISEKI	ANET - FEANI	Proposta
Ciências Básicas	50	30 - 54	50
Ciências da Engenharia	8	96 - 144	44
Ciências da especialidade/aplicadas	42		70
Ciências Complementares	5	12 - 24	16
Aptidões pessoais	5	-	Estágio extracurricular
ECTS	110	180	180

# O ENSINO DA ENGENHARIA CIVIL NO SÉCULO XXI: OS DESAFIOS

**Mário A. T. Russo**

Professor Coordenador

Director do Curso de Engenharia Civil e do Ambiente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo

Eng<sup>o</sup> Civil, Mestre em Hidráulica e Doutor em Eng. Civil

## OS DESAFIOS

A Engenharia Civil é uma das mais velhas profissões da história da humanidade, com trabalhos relevantes desde a antiga Roma, responsável pela construção de obras hidráulicas e sanitárias que funcionam até hoje. Estradas, pontes, aquedutos, castelos, mosteiros, catedrais que são motivo de admiração e de grande visitação turística foram igualmente construídos por engenheiros civis desde os tempos mais imemoriais. No Antigo Egipto, os responsáveis pelas obras do período áureo da sua civilização foram engenheiros civis. Também foram famosos os engenheiros civis gregos, de que Arquimedes é expoente em hidráulica.

Em França, a mais velha escola de engenharia civil, "L'École des Ponts et Chaussées" vem do longínquo ano de 1747 por decisão de Luis XV. Mais recentemente, durante o século 19, os engenheiros civis tiveram um papel primordial na implantação de sistemas de saneamento básico, de vias de comunicação rodoviária e ferroviária no mundo inteiro.

A ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) dos EUA define "Engenharia como a profissão pela qual o conhecimento da Matemática e das Ciências Naturais, obtido pelo estudo, experimentação e prática, é aplicado criteriosamente para desenvolver as formas de utilizar economicamente os materiais e forças da Natureza em benefício da Humanidade"

Fazer Engenharia é muito mais que a aplicação justaposta de um conjunto de matérias, ainda que de forma articulada e coerente: reflecte uma atitude, representa uma forma de estar na profissão e até na Vida.

Com uma importância tão grande, e tão relevantes serviços à humanidade, poderíamos dizer que não existem desafios a uma profissão tão antiga. Mas hoje, de facto, está-se defronte de uma verdadeira crise de identidade. Com efeito, a engenharia civil em particular, está sob forte pressão decorrente das profundas alterações que o mundo vem experimentando nos últimos anos, em especial devido à globalização, à universalização da comunicação e das novas tecnologias. De facto, novos desafios se colocam hoje ao engenheiro civil, dado que tem de lidar com um conjunto de actores muito diversificado, em que se inclui os "media", tem que lidar com complexas questões ambientais, com desafios de competitividade, com alterações no ambiente de trabalho e de crescente mobilidade, que exigem cada vez mais preparação académica e profissional aos engenheiros.

Basta recuar no tempo muito pouco, quando apenas um engenheiro era capaz de assegurar um vasto conjunto de tarefas. Hoje, a complexidade dos projectos, os novos intervenientes e a competitividade, levam à necessidade de diversos engenheiros para desempenhar tarefas como a gestão orçamental, a gestão ambiental e a qualidade, a gestão comercial, a direcção técnica, os recursos humanos, etc.

Mas, não são apenas os engenheiros que são chamados a exercer estas novas tarefas, porque as mudanças têm sido de tal monta que apareceram outros profissionais a executar o que outrora era domínio dos engenheiros, como: o desenho de projecto, hoje desenvolvido através de programas de CAD por desenhadores projectistas. Os levantamentos topográficos realizados por sofisticados equipamentos computadorizados ligados a centros de cálculo/projecto por via Internet, que passou a ser

desenvolvido por técnicos especializados. Os softwares de engenharia que requerem muito menos engenheiros que no passado, entre outros. Ora, numa mudança do ambiente de trabalho como a que se vive, novos desafios se colocam aos engenheiros e, sobretudo ao ensino da engenharia para combater as lacunas já detectadas.

Com efeito, é comuns os empregadores identificarem as principais dificuldades dos novos engenheiros:

- Pobres em Capacidades de comunicação;
- Não habilitados para gerir projectos com qualidade e complexidade;
- Poucos conhecimentos do processo de concepção;
- Fracos em gerir as expectativas dos clientes;
- Inabilidade para compreender contextos globais;
- Fraca visibilidade na sociedade/comunidade (ocupada por advogados, economistas,...médicos);
- Pouca sensibilidade para o negócio /gestão.

É certo que estas deficiências são facilmente colmatadas através de treinamento e formação ao longo da vida, mas hoje são aspectos que não podem deixar de fazer parte dos *curricula* dos cursos de engenharia, as denominadas competências transversais que podem introduzir questões críticas antes não consideradas de engenharia, mas hoje fazendo parte do nosso mundo de trabalho, como sendo: a ética, a deontologia, a diversidade cultural, o marketing, a qualidade, gestão ambiental, RH, contabilidade e fiscalidade, responsabilidade social, proficiência oral e escrita, relações com clientes, etc.

Assiste-se, cada vez mais, outros profissionais a gerir engenheiros, o que era quase impensável há algumas décadas atrás. É neste quadro de preocupações que se vêm debruçando diversas instituições de ensino e associações profissionais de engenharia em todo o mundo com vista à adequação do ensino aos desafios colocados aos engenheiros num mundo cada vez mais imprevisível e em permanente mudança.

## COMPETÊNCIAS DO MODERNO ENGENHEIRO CIVIL

O Engenheiro distingue-se do Operário e do Técnico pela atitude. Ao Operário exige-se-lhe que execute ou resolva defeitos de execução actuando no controlo dos parâmetros que lhe são permitidos influenciar. O Técnico resolve os problemas accidentais que podem passar pela afinação do equipamento de produção. Enquanto cabe ao Engenheiro preocupar-se com os problemas crónicos, de detecção mais difícil e de re-solução mais complexa, otimizando os recursos disponíveis à custa de ideias e soluções inovadoras. Se está ao alcance do Operário acompanhar a execução, o Técnico domina o processo e discute a execução, o ENGENHEIRO domina o fenómeno, discute o processo, orienta e otimiza a execução. (Barros, 2002).

Da era empírica, o engenheiro passou a confrontar-se com a utilização das mais avançadas tecnologias em materiais, em ciência, em modelação e em processamento. O engenheiro civil, para além da capacidade para a investigação, deve aliar a capacidade de inovação e agregar competências para a gestão de projectos, para as finanças, para a comunicação oral e escrita, dominar novas tecnologias e as grandes questões ambientais que preocupam os nossos dias, como a poluição das águas, do solo e do ar, decorrentes das descargas para o ambiente, projectando sistemas para o seu combate. O conceito de desenvolvimento sustentável levanta novos desafios que exigem aprofundamento de conhecimentos e uma sensibilidade especial do engenheiro civil de modo a incorporá-los na sua intervenção em projecto e em obra. O Engenheiro Civil deverá estar apto a avaliar a dimensão (magnitude, duração, reversibilidade e natureza) das alterações ambientais causadas pelas actividades antrópicas, sejam benéficas ou adversas, independentemente da área de influência. Assim, o Engenheiro Civil deve possuir sólidos conhecimentos técnicos para adoptar medidas de minimização dos impactos indesejáveis e maximizar os positivos, qualquer que seja a escala em que ocorram (local, regional ou global).

Os trabalhos de engenharia civil são cada vez mais sofisticados e bastas vezes incorrendo em derrapagens financeiras que, quando mal explicadas, causam péssimas repercussões junto da opinião pública, ficando a sensação de que a apropriação de custos é feita de forma ligeira ou que o projecto é frágil, com repercussões negativas para os engenheiros. Deve, por isso, o Engenheiro Civil estar preparado convenientemente para avaliar os riscos financeiros dos seus projectos com grande rigor.

As novas tecnologias oferecem oportunidades aos engenheiros civis, como a rápida informação sobre materiais, tecnologias, fornecedores, legislação, troca de desenhos e ficheiros e até formação *on-line*. Tais tecnologias devem ser plenamente dominadas e utilizadas pelos engenheiros civis.

O domínio da legislação, nacional e comunitária é cada vez mais um factor de conhecimento dos engenheiros civis para

o desempenho adequado da sua missão. O engenheiro civil, na maioria dos casos, actua como líder de equipas, onde a complexidade dos projectos exige competências pluridisciplinares e a constituição de equipas com diversas competências pressupõe que todos saibam trabalhar em grupo, sendo exigidas competências nas áreas da sociologia e de comunicação, pois. São, como se pode ver, novos os desafios do engenheiro, sobretudo nas questões da ética, da sócio-economia, da deontologia e da política. Com efeito, a ética exige uma clara compreensão para reconhecer a aplicação dos avanços tecnológicos em benefício do bem-estar humano. Assegurar que a tecnologia não seja prejudicial a humanos e ao ambiente; ter respeito pela conservação dos recursos naturais e as fontes energéticas e ser honesto e imparcial em matérias profissionais, são algumas das competências do Engenheiro Civil.

Socialmente o Engenheiro Civil coopera com outros profissionais no desenvolvimento de inovações de utilização prática e de defesa do ambiente. Trabalha em equipa, expressa-se com clareza e domina uma ou mais línguas. Está atento às culturas dos outros povos, reconhecendo as especificidades destas e o seu direito à diferença. Sob o ponto de vista político, o Engenheiro Civil está atento à opinião pública e à necessidade de esclarecê-la de forma simples e clara para que o povo a possa entender. Será honesto na abordagem de matérias cuja complexidade técnica domina. Deve participar do debate público para facilitar a difusão dos conhecimentos técnicos que possui para a prossecução de interesses públicos, contribuindo com o seu sentido crítico e fundada experiência profissional, técnica e científica.

A formação em engenharia tem de ser desempenhada com emotividade, característica da motivação e empenhamento profissional com que está a ser desenvolvida. Os docentes exerce uma influência enorme, pois as suas valências são científicas (sabe o que ensina), pedagógicas (sabe como se ensina), emotivas (consegue motivar quem aprende) e de referência (constitui um modelo para quem aprende). Com efeito, o docente deve ser um exemplo de competência técnica e científica, mas também cultural, social e política, engajado nas questões do nosso tempo, disseminando essa vertente para que os alunos a assimilem e compreendam a importância do seu conhecimento.

## BOLONHA E A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA

A necessidade dos países se adaptarem ao processo de Bolonha constitui um momento de reflexão e oportunidade de mudança no ensino em geral, e do da engenharia em particular, pelo que, vale a pena lembrar alguns dos principais objectivos que presidiram à assinatura de tão importante tratado:

1. Adopção de um sistema de graus facilmente legíveis e comparáveis de forma a promover a empregabilidade dos cidadãos europeus e a competitividade internacional do sistema europeu de ensino superior.

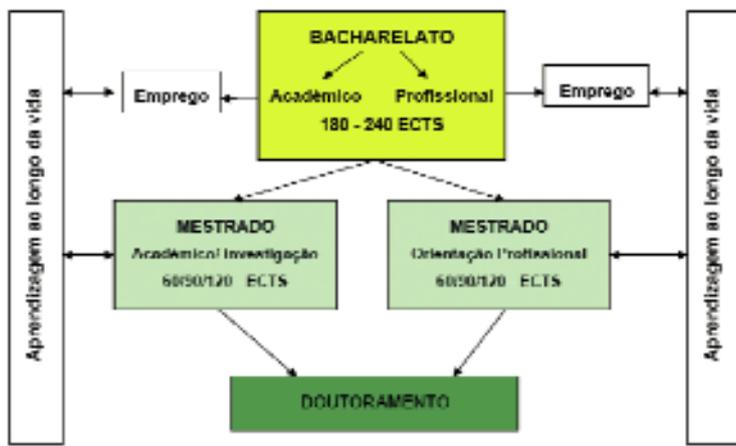


Fig. 1 - O processo de Bolonha na UE: integração, interação e formação ao longo da vida

- Adopção de um sistema baseado essencialmente em dois ciclos principais, pré-graduado e graduado. O acesso ao segundo ciclo requererá a conclusão com sucesso dos estudos do primeiro ciclo, durando um mínimo de três anos. O grau conferido após o primeiro ciclo deve ser relevante como nível apropriado de qualificação para o mercado de trabalho europeu.
- Estabelecimento de um sistema de créditos tais como no sistema ECTS como forma de promover a mais larga mobilidade dos estudantes.
- Promoção da mobilidade, ultrapassando obstáculos ao exercício efectivo da livre circulação

## "BOLONHA" EM PORTUGAL

A transposição dos objectivos consagrados no processo de Bolonha para Portugal estão vertidos na recente legislação que consagra os 3 ciclos de formação, sendo o 1º ciclo genericamente de 3 anos (180 ECTS), com excepções para 4 anos (240 ECTS) em algumas formações e que confere o grau de licenciado. Um 2º ciclo de 1 a 2 anos (de 60 a 120 ECTS) e que confere o grau de mestre. O 3º ciclo superior, no mínimo com 3 anos, que confere o grau de doutor.

A formação do novo licenciado, deve basear-se nos seguintes pressupostos:

- O novo grau de licenciatura não deve resultar da simples contracção temporal dos actuais programas, mas corresponder ao desenvolvimento de novos currículos, com nova filosofia aliada ao paradigma da aprendizagem.
- Deve garantir a aquisição de competências e aptidões nucleares.
- Deve garantir um conjunto de competências transversais antes não consideradas nos cursos superiores, em especial na engenharia e tecnologias.
- Deve garantir a saída para o mercado de trabalho ou para o prosseguimento dos estudos.
- Deve garantir a sua aceitação pelos empregadores como formação relevante para a competitividade das empresas.
- Deve ser concebido de forma a reduzir o insucesso escolar e a motivar os estudantes;
- Não deve ser, em hipótese alguma, um instrumento de desobrigação do Esta-

do nas suas responsabilidades de financiamento adequado.

Apresenta-se na Figura 1 o esquema que resume a integração dos graus e dos objectivos propostos no acordo de Bolonha.

A Figura 1 reproduz como serão os graus de formação superior na Europa, com excepção de Portugal, que acaba de perder uma oportunidade de se juntar a esses países europeus, aos EUA e ao Canadá, em que a denominação do 1º ciclo é o bacharelato, e não o Licenciado. Na realidade, Portugal decretou a morte dos três graus existentes (bacharelato, licenciatura e mestrado), não respeitando os licenciados que fizeram um percurso de 5 anos, nem os bacharéis, que viram o seu grau eliminado.

Está a decorrer a adequação dos cursos ao processo de Bolonha por parte das instituições de ensino superior português, das universidades e dos politécnicos. As informações disponíveis, a meu ver, não são tranquilizadoras, pois a concretizarem-se tais indícios, estamos, na maior parte dos casos, diante de uma cosmética na dita reestruturação. De facto, o que está a acontecer é a simples manutenção do estado actual de 5 anos de formação com a eufemística designação de mestrado integrado, em que o 1º ciclo de formação não dá competências profissionais, mas sim a mobilidade (para o aluno continuar a estudar, de preferência na instituição), ao arripio do espírito de Bolonha e do que vem no prólogo do DL 24/2006, que regula os diplomas e graus no ensino superior, onde está bem vincado que a *experiência europeia mostra que ao 1º ciclo correspondem, por norma, 180 créditos, isto é, 3 anos curriculares de trabalho*. Mais adiante diz *"a adopção de formações artificialmente mais longas, fora deste contexto europeu de referência, não é naturalmente aceitável, não só pelo que representaria em desperdício de recursos como prejuízo para os estudantes..."*.

Ao se permitir que no ensino universitário se mantenha o actual figurino, embora travestido de novo paradigma de Bolonha, para ficar tudo na mesma, ou seja, uma formação em engenharia com 5 anos de formação, apenas para a garantia de financiamento público nos 5 anos, decreta-se pela segunda vez, a morte do processo de Bolonha.

No ensino Politécnico, há experiência de sobra na formação de engenheiros em 3

anos com competências profissionais e com relevantes serviços à Engenharia Portuguesa. Não aceitamos, por isso, que se argumente que não é possível. Bolonha vem apenas confirmar o que a experiência da maioria dos países é uma realidade.

Pretende-se com o novo modelo, romper com a tradição napoleónica e magistral de ensino e não fingir que se muda, para tudo ficar como está. Esta é a oportunidade que não se pode perder. Os candidatos a engenheiro merecem-no e o país necessita desta reforma verdadeira.

O processo de Bolonha implica uma mudança de paradigma que exige de professores e de alunos muito mais do que hoje. Exige, por outro lado, por parte do Estado, mais financiamento, porque a necessidade de tutores implica mais investimento. Em Portugal o Estado gasta com um estudante do ensino universitário cerca de 5000,00€/ano e cerca de 3.000,00€/ano no ensino politécnico, quando na UE é, em média cerca de 9.000,00€/ano por aluno. No entanto, assiste-se à crescente diminuição dos orçamentos no ensino superior em Portugal.

## O CURSO DE ENGENHARIA CIVIL NA ESTG

O Curso de Engenharia de Civil e do Ambiente ministrado na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo é uma licenciatura bi-etápica que resultou do bacharelato com o mesmo nome, após a revisão da Lei de Bases do Sistema Educativo. Está em fase de adequação ao processo de Bolonha, respeitando os pressupostos atrás apresentados. Assim, o curso tem por objectivo a formação de engenheiros civis, aliando aos currículos tradicionais de engenharia civil uma componente de tecnologias ambientais, numa lógica de projectos em que o enfoque é a edificação e o percurso de aprendizagem segue a sequência da construção, seguindo as mesmas etapas quer para o sub-grupo disciplinar das Construções Civis, quer para o sub-grupo disciplinar das Estruturas e Geotecnia. As matérias relativas ao ambiente, para além da avaliação do impacto ambiental, por ser transversal na actividade da engenharia civil, são as hidráulicas e a hidrologia, como suporte aos dimensionamentos das redes de drenagem e de abastecimento e o tratamento das águas residuais e dos resíduos sólidos.

### Estrutura do curso

O curso de engenharia civil e do ambiente assenta numa filosofia de projectos suportados por disciplinas associadas que corporizam uma unidade de aprendizagem compacta com o objectivo de conferir competências para a concepção e construção de um edifício, da fundação, estrutura, toscos, acabamentos, instalações e arranjos exteriores e tudo o que envolve, em termos de projectos, planeamento, gestão e construção, entroncando com as questões ambientais estão as questões do abastecimento de água, drenagem e tratamento das águas residuais e dos resíduos sólidos de uma comunidade. O plano de estudos desenvolve-se em 6 semestres lectivos, com 180 créditos ECTS.

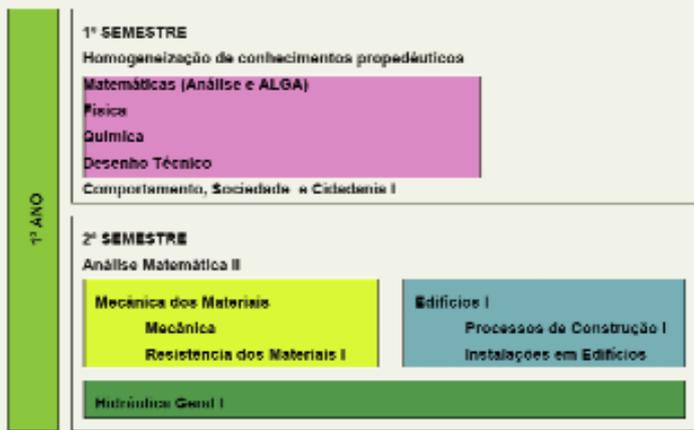


Fig. 2 - Plano de estudos do 1º ano do curso

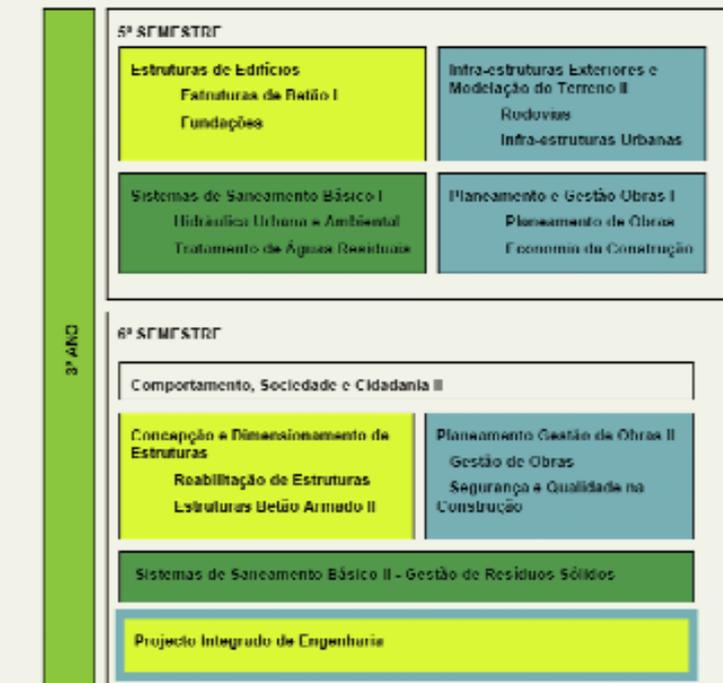


Fig. 4 - Plano de estudos do 3º ano do curso

O projecto curricular proposto assenta em unidades curriculares de ciências de base (CB), ciências de engenharia (CENG), ciências da especialidade (CE) e ciências complementares (CC).

A grande inovação no presente plano é o formato e sequência da aprendizagem, em que o aluno passa a ter uma sequência similar à que encontrará na sua actividade profissional ao projectar e construir uma edificação. As unidades curriculares de projecto, com as suas disciplinas associadas, desenvolvem o mesmo projecto nas suas diferentes fases, permitindo ter uma visão integradora de todas as matérias. Apresentam-se nas Figuras 2 a 4 o plano do curso de

Engenharia Civil e do Ambiente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo.

Os projectos iniciam no 2º semestre do 1º ano com a unidade curricular (UC) Mecânica dos Materiais com duas disciplinas associadas, a Mecânica (das estruturas) e a Resistência dos Materiais 1 (RM1). O 2º projecto é Edifícios I, uma UC com as disciplinas associadas Processos de Construções I e Instalações em Edifícios. No primeiro caso trata-se de estudar o equilíbrio de corpos submetidos a esforços, primeiro, sem entrar em consideração a constituição do material, e depois, levando em consideração o material (RM1). A UC Edifícios I trata do edifício em termos de toscos e das instalações que nele devem ser incorporados.

Seguem-se refinamentos nos conhecimentos com as Estruturas de edifícios, as Infra-estruturas exteriores, os Sistemas de saneamento básico e o Planeamento de Obras. São UC suportadas por disciplinas adequadas, como mostra a Figura 4.

Ressalta, do plano de estudos, que as UC constituem projectos com coerência, em que o aluno começa muito cedo a tomar conhecimento profundo do que será capaz de realizar ao terminar o curso. A edificação, na sua vertente do projecto estrutural, de planeamento e de gestão da construção, passando pelos projectos de saneamento básico, encerram as competências do engenheiro civil e do ambiente da ESTG de Viana do Castelo,

cujos docentes, na sua maioria, são detentores dos graus de doutoramento e de mestrado, incluindo também especialistas de reconhecido mérito, para além de laboratórios adequados às três vertentes do curso.

A reformulação vai exigir salas de estudo para cada turma, onde se concentrarão as actividades de estudo de grupo, com tutorias, o que, sem dúvida, exigirá muito mais dos docentes. Será utilizada a plataforma *e-learning* Moodle, cuja experiência foi iniciada com sucesso no actual curso bi-etático, para auxiliar nas actividades para além das 20 horas de contacto por semana a que os alunos serão submetidos.

A implementação deste processo garante que o estudante adquiriu competências específicas em engenharia civil em conformidade com os principais referenciais de competências consagrados pela ANET e outras instituições profissionais semelhantes, nacionais e internacionais, nos domínios da construção civil e das estruturas com incorporação da componente ambiental do saneamento básico.

### COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS DOS LICENCIADOS DE BOLONHA

Finalmente importa esclarecer como será reconhecida a acreditação dos actos de engenharia com a entrada em vigor das formações de engenharia segundo o formato de Bolonha. Com efeito, o licenciado de "Bolonha", chamemos assim, terá que estar inscrito na ANET para que tenha direito à utilização do título de engenheiro técnico e, por via disso, exercer a profissão de engenheiro com as competências que lhe forem acreditadas pelo respectivo curso. Neste caso, este licenciado estará exactamente nas mesmas circunstâncias que o actual bacharel de engenharia. No entanto, vale realçar que as formações que não conferirem profissionalização ao fim do 1º ciclo, dando apenas uma formação em ciências de engenharia, outorgando um diploma de mobilidade, não poderão exercer a profissão de engenharia.

# ENERGIAS RENOVÁVEIS

Guilherme de Oliveira Martins **1. INTRODUÇÃO**

**APRESENTA-SE DE FORMA SUCINTA  
A EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO  
DE ENERGIA EM PORTUGAL  
MEDIANTE FONTES  
RENOVÁVEIS, HISTORIANDO O SEU  
CURSO E PERSPECTIVAS DE FUTURO.**

**QUESTIONA-SE A PROVÁVEL  
INEVITABILIDADE DA ADOÇÃO DO  
MODO DE PRODUÇÃO  
TERMONUCLEAR.**

Tem Portugal sérios problemas de déficit económico/financeiro e de dependência energética, o primeiro dos quais, a curto prazo, terá de reduzir, no interesse da economia nacional, e no do cumprimento de obrigações internacionais que assumiu, e o segundo, no da estratégia de segurança e independência energéticas que importa desenvolver.

Efectivamente, Portugal encontra-se entre os dez países da Europa maiores importadores de energia, sensivelmente a meio da tabela, entre a Irlanda e a Bélgica, e é dos raros, na companhia da Suíça, quase totalmente desprovido de recursos de combustíveis fósseis.

Neste contexto, as energias renováveis assumem para nós uma importância crucial, cedo assumida, mas que, salvo o grande esforço da década de 50 do século passado, não se traduziu por uma acção atempada, decidida e coordenada no sentido da implementação das medidas requeridas.

Por imposição comunitária, até 2010, teremos de produzir 39% da energia eléctrica que consumimos a partir de fontes de energia renovável.

É um outro compromisso que assumimos com a União Europeia, um dever ambiental, e um imperativo económico. Talvez tenha, finalmente, chegado a oportunidade de passarmos à acção.

Acontece que não se tratará de tarefa fácil, supomos.

Como do quadro seguinte, Quadro I se facilmente se deduz, muito teremos de caminhar para alcançar os objectivos almejados.

Quadro 1 - Potência Instalada (MW)

ENERGIA	2004 (*)	2010
Hídrica	4500	5400
Eólica	365	3750
Biomassa	11	150
Fotovoltaica	2	150
Resíduos	70	130
Ondas	0,5	50
Biogás	3	50

(\*) Dados de Maio de 2004

Constatamos ser necessário, apenas em seis anos, conseguir um "salto" muito superior ao que, em mais de 20, fomos capazes de concretizar. A excepção foi a energia de origem hidroeléctrica que vem crescendo, lentamente, não obstante os inconvenientes que, ao nível dos impactos ambientais, e outros, lhe vêm sendo imputados, mas que em nossa opinião haverá que superar, apelando ao bom senso, em nome da salvaguarda de valores da comunidade nacional que é imperativo defender, tendo presente que muito falta ainda fazer até ao esgotamento dos grandes empreendimentos, em especial na bacia do Douro.

Importará, ainda recordar que a energia hidroeléctrica é significativamente mais barata do que a obtida através das outras fontes renováveis, como a eólica, por exemplo, sendo também a sua produção mais fiável.

Supomos de interesse historiar, embora de forma muito sucinta, o que tem sido o desenvolvimento da aplicação das energias renováveis em Portugal, com particular acento para a produção de energia eléctrica.

## 2. AS ENERGIAS RENOVÁVEIS

### 2.1. Energia Solar

Ela é, de certa forma, a "mãe" de todas as energias e suscita grande atenção pública, o que é fácil de compreender, pois o Sol fornece à Terra energia sob as formas de calor e luz com uma potência equivalente a cerca de 15.000 vezes à que corresponde ao consumo terreno de energia primária, sendo que esta é uma ínfima parte do total da energia irradiada pelo Sol.

Face a estes números poderemos deduzir que dispomos de um imenso fornecimento de energia, contínuo e gratuito.

No entanto, como em tudo o que se nos oferece sem custos, teremos de ponderar cuidadosamente o que se nos proporciona.

Na sequência dessa ponderação, surgem-nos os factos: o da chegada à Terra da energia solar de forma pouco concentrada e o de que o "astro-rei" nem sempre brilha e varia em termos de visibilidade com o decorrer do calendário. Estes serão os grandes "quês" da energia solar.

Outros existem, ligados à tecnologia da sua captação, como o fraco rendimento

dos colectores e as grandes áreas requeridas para a montagem destes.

Para a sua real expansão e desenvolvimento será necessária uma política oficial decididamente orientada para o estímulo ao emprego de colectores solares, mediante incentivos de ordem económica, pois a realidade é a de que a energia obtida através deles é cara.

Nos anos 70/80 tentou-se em Portugal a implantação de muitas instalações, algumas de significativa dimensão e de diferentes tipos, em especial com colectores planos; a ao tempo DGCH tendo sido, talvez, o principal vector de expansão destes sistemas; o seu êxito não foi grande, dados os fracos rendimentos obtidos, má qualidade dos colectores e deficiente manutenção.

Vem-se no entanto trabalhando no sentido de melhorar o rendimento dos colectores, algo já se tendo obtido como resultado deste esforço.

Para além dos colectores planos clássicos, orientados para a produção de água quente, vêm-se realizando instalações destinadas à produção de vapor e de energia eléctrica, as "centrais heliotérmicas", produzindo vapor mediante a transferência do calor através de um fluido térmico caloportante adequado.

Encontram-se no âmbito destas centrais dois tipos principais:

- As de recepção de energia solar reflectida, em que os colectores, do tipo plano, "dão as costas" ao Sol que incide sobre espelhos para ele orientados, reflectores para os colectores, obtendo-se, assim, uma grande concentração de energia sobre estes.
- Um segundo tipo, o de colectores de tipo cilíndrico-parabólico, também é utilizado, e, curiosamente, em 1985 foi construída e funcionou, na fábri-

Fig. 1 - Instalação Solar Térmica





Fig. 2 - Barragem de Odivelas

localizou-se um primeiro pequeno empreendimento, em 1894, a Central de Penide.

No final do século XIX, Ezequiel de Campos, preconizava a hidroelectricidade como objectivo regional, para o Norte, e Nacional.

Os primeiros aproveitamentos hidroelétricos construídos nos dois séculos passados, tendo sido, naturalmente, baseados em barragens de alvenaria. Com a evolução técnica surgiram as barragens de betão, das quais, a mais importante para a época, foi a de **Santa Luzia**, na Serra da Estrela, projectada em 1936.

Contudo, só a partir dos anos cinquenta do século passado, a hidroelectricidade iniciou o verdadeiro caminho para o desenvolvimento.

- Recordo, por volta de 1952, um meu Professor no velho Instituto Industrial de Lisboa, o Eng.º Frederico Basto, perante o arranque dos chamados "**grandes empreendimentos hidroelétricos**", lembrar, que não só estes haveria que construir, pois os pequenos cursos de água constituiriam também uma importante fonte de recursos que cumpria aproveitar. - as mini hídricas - para as quais, só decorridos quase 30 anos, se voltariam as atenções!. Cumprirá lembrar que se estima ser viável atingir-se em Portugal uma potência instalada em mini hídricas, da ordem dos 600 MVA, correspondendo-lhes uma produção média estimada de 1500 a 1800 GWh / ano; será um contributo não desprezível, certamente - .

Efectivamente, foi a **Lei de Electrificação Nacional, Lei 202 de 1944**, da qual foi o maior obreiro o **Eng.º Ferreira Dias**, que veio regular e disciplinar a produção de energia eléctrica,

ca da UCAL em Águas de Moura uma central heliotérmica deste tipo, destinada à produção de vapor industrial. A captação solar fazia-se mediante 16 colectores do tipo atrás citado, com sistema de rastreio incorporado, no seu conjunto atingindo uma área de reflexão de 1280 m<sup>2</sup>. O circuito de fluido térmico e o gerador de vapor, constituindo os restantes componentes principais da Central.

Fruto da constante pesquisa no sentido de se encontrarem soluções que rentabilizem a utilização da energia solar, surgiram os denominados "lagos solares", pois se são requeridas grandes áreas de colectores planos para a captação de energia de forma significativa, o uso de grandes superfícies de água parecerá intuitivo.

Surgiu, no entanto uma dificuldade, a das perdas, devido ao movimento ascendente da água enquanto aquecida; constatou-se que esta dificuldade seria contornada se a água tivesse grande salinidade, mantendo-se assim um adequado gradiente de temperatura, conservando-se a água quente nas camadas inferiores, donde, por meios adequados, se retira para utilização, água que, já se constatou, chega a atingir os 100°C. Mediante um fluido caloportante ela sendo transportada para as utilizações por processos semelhantes

aos das centrais heliotérmicas. Em Israel encontram-se exemplos de "lagos solares" em exploração.

Outros exemplos de utilização de energias renováveis, para além da solar, se encontram em Portugal, como a geotérmica em S. Miguel, a das ondas, embora a título meramente experimental, na Ilha do Pico; no Continente as da biomassa, do biogás, fotovoltaica, hidroelétrica e eólica, no Continente, as duas últimas no Açores e Madeira.

A situação, no Continente, em 31/12/2002, em termos de energias renováveis era a seguinte:

NATUREZA	N.º DE PRODUTORES	POTÊNCIA INSTALADA (MVA)
Mini - Hídrica	107	351
Eólica	28	202
Outros	22	129

Quadro 2 - Energias renováveis

Faremos, então, uma breve digressão pelas diferentes energias e de uma delas, **a energia eólica, face ao seu actual protagonismo**, nos ocuparemos um pouco mais em detalhe.

## 2.2. Energia Hídrica

### 2.2.1. No Continente

Tal recurso não é novo em Portugal, pois a produção de energia eléctrica por via hídrica é uma realidade antiga,

que se encontrava, à época, completamente desarticulada e dispersa.

E, senão, vejamos:

- Dispúnhamos, em 1930, de 395 centrais produtoras com uma potência instalada de 150,4 MW, dos quais apenas 36,6 MW eram de origem hidroeléctrica: daquelas 395 centrais apenas 20 tinham potência maior do que 1 MW e 5 maior do que 5 MW.

Esta situação, denunciada por **Ferreira Dias**, não podia manter-se.

Ainda em 1944, e na sequência da Lei 2002, a DGSH, apresentou um Plano Geral para o aproveitamento dos sistemas fluviais "**Cávado - Rabagão**" e "**Zêzere**", incluindo neste plano os anteprojectos das barragens/sistemas de "Venda Nova/Vila Nova", no Cávado-Rabagão, e Castelo do Bode, no "Zêzere".

Não podemos, no entanto, deixar de lembrar que **o recurso ao apoio térmico**, incluindo, pelos anos **sessenta, a consideração do meio termonuclear**, esteve sempre subjacente ao Plano de Electrificação Nacional, devido à consciência da irregularidade das características hidrológicas dos nossos rios.

O sistema "**Cávado - Rabagão**", **tem então início em 1950**, com o conjunto, barragem de **Venda Nova - Central de Vila Nova**, desenvolvendo-se, até 1972, com a barragem de **Vilarinho das Furnas**.

Surgiram, em 1951, os aproveitamentos do **sistema "Zêzere"**, que se construíram até 1955.

O aproveitamento do Douro teve início, no seu troço internacional, em 1958, com os aproveitamentos do **Picote, Miranda**, e finalmente em 1964, **Bemposta**, com 210 MW instalados.

No rio Távora, afluente do Douro, entra em funcionamento em 1965 o aproveitamento de **Vilar-Tabuaço**, com 80 MW instalados em dois grupos.

O aproveitamento do Douro Nacional, englobando os trabalhos de navegabilidade do rio, mediante eclusas de navegação nas barragens, tem início em 1972, com a barragem da **Régua**, seguindo-se-lhe, a de **Carrapatelo** em 1973 e as de **Valeira** e **Pocinho** já após 1974.

Também depois de 1974 entraram em funcionamento as barragens da **Aguieira** e da **Raiva**, no sistema "**Raiva-Mondego**" e no **Tejo**, a de **Fratel**.

Recentemente desenvolveram-se os trabalhos do escalão de **Venda Nova II**, no sistema do Cávado-Rabagão, e os relativos à ligação à REN da **Central do Alqueva**.

## 2.2.2. No Arquipélago da Madeira

Até 1939 encontravam-se na Ilha da Madeira algumas instalações hidroeléctricas com ínfima produção, como por exemplo na Ponta do Sol, na Camacha e em Porto Moniz.

Na sequência da deslocação à Ilha de uma **Missão Técnica, em 1939**, foi elaborado um plano de construção de aproveitamentos hidroeléctricos, hoje em exploração e assumindo uma parcela significativa da produção de energia na Madeira.

Neste Plano incluem-se as Centrais, da Serra d'Água, com 3,6 MVA de potência instalada e da Calheta - Ponta do Pargo, com 2,7 MVA, **ambas com início de exploração em 1953**.

A produção de energia nestas centrais sendo obtida pelo aproveitamento do desnível entre as levadas de captação e o das levadas de rega, turbinando as águas antes de as lançar no regadio.

Em 1965 entra em funcionamento a Central da Ribeira da Janela com 4 MVA instalados; em 1971 a da Fajã da Nogueira, com 2,84 MVA e finalmente,

**já nos anos 90**, inicia a exploração a **Central da Ribeira dos Socorridos**, fundamentalmente uma central de Inverno, com 24 MVA instalados, o mais importante aproveitamento hidroeléctrico da Ilha, hoje valorizado, em consequência do denominado "**Projecto de Fins Múltiplos dos Socorridos**" recentemente inaugurado, transformando a Central inicial num sistema reversível, usufruindo assim da potência instalada em qualquer época do ano, independentemente da pluviosidade, através de obras de acumulação mediante bombagem, e posterior reutilização de cerca de 40.000 m<sup>3</sup> de água .

A hidroeléctricidade representando hoje cerca de 30% da produção total de energia eléctrica na Madeira.

## 2.2.3. No Arquipélago dos Açores

Remontam a 1898 as tentativas de concretização de aproveitamentos hidroeléctricos no Arquipélago.

Em 1911 construiu-se o aproveitamento da "Ribeira da Praia", na ilha de **S. Miguel**, com 150 kVA instalados, posteriormente reforçados, em 1927 e 1929, com dois grupos totalizando 760 kVA. No final dos anos 80 foi realizado um projecto de reabilitação e reactivação do aproveitamento conferindo - lhe a potência de 775 kW e com a previsão anual de produção de energia de 3,7 GWh.

A Ilha das **Flores**, em 1965, vê entrar em funcionamento a Central mista da "Ribeira de Além da Fazenda", com três grupos de 375 kVA e um grupo térmico de 500 kVA (de reserva); em 1983 é montado novo grupo de 750 kVA, e desactivado o grupo térmico de 500 kVA, substituído por outros totalizando 1358 kVA térmicos de reserva.

Finalmente, a Central do "Varadouro", na Ilha do **Faial**, com dois grupos de 400 kVA, inicia a exploração em 1967.

A componente energética hidroeléctrica é nos Açores, de fraca expressão, não obstante a realização de estudos relativos a outros empreendimentos, como o das "Sete Cidades" em S. Miguel, efectuado em 1956, e outros, em 1980, na Ilha de S. Jorge, todos abandonados face aos elevados custos de construção.

### 2.3. Energia Geotérmica

Em Portugal, apenas na Ilha de **S. Miguel**, se encontram aplicações de produção de energia eléctrica por via geotérmica.

Efectivamente, desde há muitos anos, 1951, que em S. Miguel se vêm concentrando estudos e esforços, no sentido de aliviar a Ilha, por esta via, da sua dependência do petróleo, conforme estimativa de recursos, efectuada na sequência de estudos da época efectuados por especialistas nacionais e estrangeiros, demonstrou ser possível.

Efectuou-se o primeiro trabalho de perfuração em 1973, conduzindo à inauguração, em 1978, nas proximidades da cidade da Ribeira Grande, da Central Geotérmica Piloto equipada com um grupo turbo - gerador de 3 MW; esta Central, em 1980, entrou em paralelo com a rede da Ilha de S. Miguel.

Em 1988, no Vulcão de Água de Pau, novos e mais profundos estudos geológicos, geofísicos e geoquímicos, seguintes a outros realizados entre 1981 e 1984, indicaram a existência de um sistema hidrotermal convectivo cuja temperatura atinge os 300°C.

Estes estudos levaram à conclusão de que o ramo ascendente do sistema hidrotermal do flanco Norte do Vulcão, poderia permitir uma produção de energia eléctrica com uma potência de 140 +/- 70 MW durante 30 anos.

Como consequência, foi encetado um programa de trabalhos, que vem sendo executado, caminhando-se para que 30% da energia consumida em S. Miguel seja desta origem. Em 2004, a potência instalada era já da ordem dos 18 MW.

Antevê-se ainda a possibilidade de aproveitamento do maciço vulcânico de "Guilherme Moniz" na Ilha Terceira, e na Ilha do Faial, a hipótese do aproveitamento numa área na Freguesia dos Flamengos.

### 2.4. Energia de Origem Marítima

Dada a relativamente pouca divulgação deste tipo de produção de energia, do seu potencial de grande importância para a humanidade, e do presumível interesse para os Técnicos, vamos, muito sucintamente, registar alguns elementos sobre ele.

Poderá classificar-se em três grandes grupos:

- Energia Maremotérmica
- Energia Maremotriz
- Energia das Ondas (única com protótipo em funcionamento em Portugal)



Fig. 3 - Furnas de São Miguel

#### 2.4.1. Energia Maremotérmica

Grande parte da energia solar recebida pela Terra é absorvida pelos Oceanos, pois estes ocupam, como é sabido, três quartas partes da superfície do nosso Planeta.

Como consequência da absorção da energia solar surge um gradiente térmico com a profundidade das águas e, também entre pontos de distinta latitude, já que as mais baixas destas recebem mais radiação solar.

A existência destes gradientes levou cientistas a conceberem a possibilidade da utilização da energia térmica acumulada nos oceanos, no accionamento de motores térmicos, portanto podendo atacar geradores eléctricos, surgiu, assim, a denominada energia maremotérmica.

Estima-se que a absorção solar anual pelos mares é da ordem dos 3 milhões de  $\text{kJ/m}^2 \times 95 \text{ W/m}^2$ , em média, sendo que nos trópicos é superior a  $100 \text{ W/m}^2$  e nas regiões árticas é inferior aos  $95 \text{ W/m}^2$ .

Mesmo considerando as zonas de maior gradiente os rendimentos destas instalações são muito baixos, da ordem dos 2%, consequência de que o gradiente térmico também o é; como exemplo cita-se que nos trópicos a água à superfície tem temperaturas superiores a 25°C, enquanto que a 1000 m de profundidade ela se encontrará a uns 4°C.

De tudo se deduz que, para se obter uma quantidade razoável de energia, será necessária uma muito grande superfície de transferência e enormes caudais de água, implicando grandes consumos de energia para a sua bombagem, encarecendo, muito, as instalações e reduzindo o seu rendimento.

Não obstante os inconvenientes enumerados, têm evoluído os estudos para esta aplicação, tendo-se desenvolvido sistemas em ciclo aberto e em ciclo fechado, estes últimos merecendo a

maior atenção, de tal forma que nos E.E.U.U. foram já projectadas centrais com potências até 100 MW, para além de protótipos no Japão.

#### 2.4.2 Energia Maremotriz (energia das marés)

A sua potencialidade nos mares é computada em 3 TW; a tecnicamente explorável reduzir-se-à, no entanto, a somente 53 GW e a economicamente explorável será de 6 a 15 GW. O aproveitamento desta energia só será viável onde e quando se verificarem amplitudes de maré maiores do que 5 metros.

Condição essencial para a implementação de um sistema é a da existência de um estuário ou baía que permita o estabelecimento de disposições de retenção da água quando da subida da maré.

Existem instalações denominadas de simples efeito, funcionando após a descida da maré, aproveitando a descarga da água retida, através de uma turbina hidráulica atacando um gerador eléctrico; o funcionamento do sistema é, obviamente, descontínuo.

Outro tipo de instalação é a de duplo efeito, utilizando turbinas de fluxo e refluxo, eliminando assim o defeito da descontinuidade da produção de energia.

Encontram-se exemplos destas instalações em França, com 240 MW de potência, e na Rússia.



Fig. 4 - Parque de Energia das Ondas

### 2.4.3 Energia das Ondas

A formação das ondas devendo-se à acção do vento sobre a superfície do mar, permite a afirmação de que é uma fonte de energia primária indirectamente de origem solar, como o vento.

Deve assinalar-se que as ondas têm alta densidade energética ao invés do que acontece com outras fontes de energia renovável, facto que se repercute nos dispositivos usados na transformação energética, os quais se apresentam com alta densidade de potência, portanto excepcionalmente atractivos, quando comparados com outras fontes de energia renovável.

No entanto, a aleatoriedade da amplitude e frequência das ondas, complica extraordinariamente o projecto dos sistemas que permitam o emprego deste tipo de energia, dificultando, também, os seus funcionamento e manutenção.

A Portugal não passou despercebida a elevada potencialidade desta forma de produção de energia, pelo que na **Ilha do Pico**, Açores, no local de Porto Cachorro, em 1990, foi projectada e instalada uma central piloto, do tipo "coluna de água oscilante", equipada com uma turbina de eixo horizontal, que produz uma potência máxima de 500 kW.

Mais recentemente, por portaria de 2001, foi a Sociedade "OCEANERGIA"

autorizada a implantar as infraestruturas necessárias para a operação de um sistema de produção de energia eléctrica através da energia das ondas, mediante o emprego de "flutuadores de Arquimedes", na área do domínio público marítimo, na costa Norte do Continente; em 2003, após a efectivação de vários estudos, foi definida a área de implantação do sistema e determinadas as entidades de tutela da sua execução.

Paralelamente tem-se vindo a desenvolver um projecto de construção de uma central aproveitando a energia das ondas, inserida nos molhes em construção na barra do rio Douro

### 2.5. Energia da Biomassa / Biogás / Cogeração com biomassa

Trata-se de uma energia obtida, através da bioconversão, a partir de materiais orgânicos, como resíduos de árvores, plantas e resíduos urbanos. A biomassa segundo estudos efectuados poderá, num futuro próximo, representar 30% do total da energia consumida.

Em 2004 a potência instalada em Portugal cifrava-se nos 11 MW.

Como vantagens podem, entre outras, citar-se as derivadas da eliminação/redução da poluição, uma vez que aproveita os lixos.

Como desvantagens apresenta baixa densidade energética e relativamente baixo poder calorífico.

Sob um dos pontos de vista que mais nos interessam, a produção de energia eléctrica a partir de biogás, destacam-se os sistemas baseados em aterros sanitários controlados, dos quais já existem alguns em Portugal.

Como exemplo poderemos citar o aproveitamento da **1ª célula do Aterro da Amarsul**, na região a Sul de Lisboa, que irá transformar o biogás proveniente da decomposição da matéria orgânica, fora do contacto com o oxigénio, em energia eléctrica.

Estima-se que as 600 mil toneladas de detritos existentes na célula em exploração produzam 600 m<sup>3</sup> por hora de gás que, queimados em motores Diesel, accionadores de alternadores, produzirão 850 kWh.

A energia produzida será aplicada no consumo próprio do Aterro e o remanescente, após elevação da sua tensão para 15 kV, vendido à EDP e injectado na rede geral.

Outras células se seguirão à medida que forem sendo seladas, prevendo-se

instalar sistemas idênticos noutros aterros da região.

### 2.6. Energia Fotovoltaica

Trata-se de um método de produção de energia eléctrica pouco divulgada e aproveitada em Portugal, não obstante as excepcionais condições de insolação de que dispomos.

A potência instalada é, hoje, da ordem dos 2 MW, prevendo-se que, até 2010, se atinjam os 150 MW instalados. Para que este objectivo se concretize muito contribuirão os empreendimentos anunciados, entre eles um que virá, diz-se, a ser o maior do Mundo, dispondo de mais de 100 hectares de painéis solares fotovoltaicos.

Para a instalação de um parque solar fotovoltaico, e dele extrair o maior rendimento, deverá ser garantida a correcta orientação/inclinação das placas face ao Sol, função da latitude do lugar.

Sistemas manuais ou automáticos de orientação, (seguimento solar), têm sido testados, mas, dado os ainda elevados custos de montagem e conservação, face ao incremento possível da produção média anual, têm sido abandonados, optando-se pelos painéis fixos.

As células fotovoltaicas, são fabricadas à base de silício, o elemento sólido mais abundante na Terra. Para o obter emprega-se como matéria prima a areia, purificada mediante um processo de fusão a 1400 °C, complementado com a eliminação das impurezas e deixando-a cristalizar.

O bloco cristalino é então cortado em finíssimas camadas, < que 0,5 mm, estas polidas e, finalmente, tratadas quimicamente.

Depois estas finas placas são "contaminadas" com fósforo e boro nas suas faces opostas. A descompensação electrónica causada pela penetração no silício destes elementos, é causa do aparecimento de um campo eléctrico. Esta disposição, conjuntamente com os contactos metálicos que se dispõem em ambas as faces das placas, constitui a denominada célula solar fotovoltaica. A sua associação permitirá obter energia eléctrica consumível industrialmente.



Fig. 5 - Parque Eólico

### 3. ENERGIA EÓLICA

#### 3.1. Fundamentos

É insuspeitada pela generalidade das pessoas a intensidade da força da acção do vento; efectivamente constata-se que um vento de 1 m/s exerce uma pressão de 0,14 kg/m<sup>2</sup>; um de velocidade 7 m/s, exerce uma pressão de 6,64 kg/m<sup>2</sup> e um de 10 m/s já exercerá uma pressão de 13,54 kg/m<sup>2</sup>.

Desde a antiguidade que se vem utilizando esta forma de energia na propulsão de navios, técnica que dominámos na perfeição, na moenda de cereais, na elevação e bombagem de água, etc..

A potência de um hélice, (melhor denominado rotor) varia com o seu diâmetro e o cubo da velocidade do vento que o ataca, sendo afectada por um coeficiente aerodinâmico de redução e pela densidade do ar.

#### 3.2. Tecnologia

##### 3.2.1. Tipos de Aerogeradores

Existem hoje vários tipos de geradores eólicos, importando, quando da escolha de um dado tipo, determinar as características dos ventos na zona de instalação, em especial no referente a:

- Variações mensais e diárias do vento
- Direcção preponderante do vento em cada mês do ano
- Flutuações de velocidade e direcção num mesmo dia

Da conjugação de todos estes factores,

será possível calcular a energia a "extrair" do vento,  $P_v$ , que é, como atrás se indica proporcional ao cubo da velocidade do vento e à área varrida pelo hélice do gerador;  $P_v = 1/2 \cdot S \cdot V_3 \cdot \rho$ , a fórmula de Betz.

Os geradores dividem-se em dois grandes grupos, os de **eixo vertical** e os de **eixo horizontal**, os primeiros sendo mais simples, pois dispensam qualquer sistema de orientação com relação ao vento; têm, no entanto, um rendimento baixo, da ordem dos 12 % da  $P_v$  disponível.

Muito recentemente, desenvolvimentos tecnológicos em curso vêm - se debruçando sobre a possibilidade do emprego rentável de turbinas com eixo vertical pelo que, em breve prazo, poderá a situação alterar-se a favor destes.

Por agora e pela razão indicada, são os de **eixo horizontal** os mais divulgados.

São aerogeradores rápidos nos quais nos quais a componente de sustentação é muito maior do que a de resistência. Apresentam-se, em configurações de duas ou três pás ou ainda de pás múltiplas; eram, até há pouco, os de duas pás os utilizados normalmente na produção de energia eléctrica.

Os maiores aerogeradores que actualmente se fabricam, atingem, a potências da ordem dos 2,5 MW, encontrando-se excepções, como em Portugal, no Parque Eólico da Meroicinha, região da serra de Alvão, onde se encontra um aerogerador de 3 MW, e existindo já em

operação no estrangeiro aerogeradores de 5 MW, concebidos para utilização no "off - shore" e montados em torres atingindo alturas até aos 130 m.

##### 3.2.2. Tecnologia dos Aerogeradores

Eles classificam-se em obediência a vários critérios, tais como:

- A) Número de pás e sua disposição (horizontal ou vertical)
- B) Tipo do gerador, que pode ser:
  - Assíncrono de rotor em curto-circuito
  - Assíncrono de rotor bobinado
  - Síncrono
  - Síncrono de íman permanente
- C) Critério de regulação ( tipo de controlo das pás ), podendo ser:
  - De passo fixo, a pá comportando-se de forma a que, para valores superiores a uma dada velocidade do vento ocasione uma perda aerodinâmica, daqui resultando uma redução no rendimento da conversão de energia.
  - De passo variável, as pás dispondo de mecanismos de orientação controlados, permitindo regular a superfície de captação que oferecem ao vento, regulando-se assim a potência gerada.
- D) Modo de ligação à rede, podendo ser:
  - Geração a velocidade fixa
  - Geração a velocidade variável



Fig. 6 - Parque Eólico Marítimo

Actualmente, numa situação que já se pode considerar de produção massiva de energia eléctrica por esta via, predominam os aerogeradores de eixo horizontal e três pás, com sistema de geração a velocidade fixa mediante geradores assíncronos.

Quanto ao controlo este distribui-se de forma mais equilibrada, sendo os de passo fixo maioritários.

A tipologia mais corrente de um aerogerador, consiste na ligação do cubo de encastramento das pás ao gerador assíncrono de rotor em curto circuito, mediante um multiplicador de velocidade, este adaptando a velocidade de rotação das pás, < 100 rpm, por razões de ordem mecânica, à velocidade necessária para girar em sincronismo com a rede a que se liga, 3000 rpm, para 2p e 1500 rpm, para 4p, etc.

Esta tipologia apresenta a vantagem do seu baixo preço de custo e também de manutenção, para além de, devido à sua simplicidade, ser muito robusta.

Como inconvenientes podem apontar-se o menor rendimento relativo a outros tipos de máquina e a incapacidade em se autoexcitar, obrigando a que seja a rede ou condensadores a fornecer a energia reactiva de que necessita.

O facto de ser directamente ligado à rede, obriga a que a velocidade de rotação do gerador seja fixa, em concordância com seu número de polos e a frequência daquela.

Esta característica, gerando o inconveniente de ocasionar alguma instabilidade na qualidade da energia fornecida à rede pois as oscilações causadas pelo vento traduzem-se em indesejáveis variações de potência, sobretudo no tipo de redes onde se inseriam os Parques Eólicos (redes com baixa p.c.c. no ponto de ligação).

Configurações como as de gerador de indução com rotor em gaiola implementam a existência de conversores estáticos para a ligação à rede, podendo ser AC/AC ou AC/DC/DC/AC; a interposição de um "bus" de c.c. (DC) na ligação com a rede permite o desacoplamento do gerador daquela, permitindo o funcionamento a "velocidade variável".

O gerador de indução de rotor bobinado, ainda que mais frágil mecanicamente que o anterior, é mais versátil no controlo, pois permite actuação no comportamento do rotor.

A alternativa à utilização de geradores

assíncronos são os geradores síncronos, máquinas, no entanto, mais complexas, pois requerem sistema de excitação do rotor; eles são, não obstante, mais eficazes e possuem capacidade de auto excitação (podem consumir ou gerar energia reactiva), tendo uma característica binário-velocidade rígida, pelo que não podem afastar-se da velocidade de sincronismo com a rede.

Estes geradores estando submetidos ao funcionamento com velocidade fixa, e permitindo o controlo da energia reactiva.

Existem configurações a velocidade variável que pretendem juntar tanto as vantagens da máquina síncrona sobre a de indução, como da velocidade variável frente à fixa, tudo sempre à custa de maiores complexidade e preço.

As configurações que temos vindo a citar estão equipadas com multiplicador de acoplamento; este, não obstante algumas vantagens, tem inconvenientes mecânicos e de custo que vêm aconselhando a sua eliminação e, portanto a ligação directa da turbina ao alternador, de preferência síncrono, dada a sua superior eficácia, isto para potências elevadas.

Neste caso e dada a diferença de velocidades entre o aerogerador e o sincronismo, é necessário incrementar o número de pares de polos do alternador para o adaptar aos diferentes regimes de rotação, aumento difícil de lograr, pois é caro e conduz ao aumento do diâmetro do rotor do gerador.

Como alternativa, para obviar a estes inconvenientes, configura-se o gerador síncrono de imans permanentes, permitindo, para além da redução das dimensões, eliminar as perdas na excitação, melhorar o comportamento dinâmico e reduzir os encargos de manutenção.

A tendência mais recente dos aerogeradores parece ser a de caminharem para máquinas de velocidade variável e muito alta potência, superior a 2 ou 2,5 MW, gerando menores impactos nas redes mercê do grande aperfeiçoamento dos sistemas de funcionamento e controlo mediante potentes e rápidos sistemas de processadores digitais.

### 3.3. Parques Eólicos em Portugal

Alguns problemas se colocam à instalação de Parques Eólicos, nomeadamente no âmbito do Impacto Ambiental, nos vectores do ruído e do impacto visual.

Sob o primeiro aspecto o caso não será preocupante, pois o ruído produzido pelos aerogeradores não colide com as determinações do Regulamento Geral do Ruído vigente entre nós.

Já o impacto visual é mais difícil de controlar, embora, no caso português, e até agora, o problema não se pondo com grande acuidade, devido à localização da maioria dos Parques existentes - afastados de localidades e instalados sobre montanhas -.

Recentemente tive ocasião de observar um muito grande Parque Eólico instalado na Áustria, em terreno apenas com ligeira ondulação, e, aí sim, o impacto visual é enorme.

Um óbice que por vezes é colocado entre nós à instalação de Parques, é o de alguns se localizarem em áreas protegidas, reservas naturais, que têm de ser devassadas para as operações de montagem e, depois, para as de operação e manutenção. Efectivamente nada é "gratuito", talvez essa devassa constitua o preço a pagar pela produção de uma energia "limpa", barata e nossa.

As reservas que vêm sendo colocadas aos parques eólicos estão a levar à construção de "parques off-shore", perto das costas, tudo indicando que esta solução venha a constituir uma tendência europeia. No caso Português, face aos declives abruptos que se verificam na nossa costa, será necessário recorrer a plataformas flutuantes ancoradas.

Segundo a Comissão Estratégica dos Oceanos teremos condições para instalar no nosso "off-shore" uma potência da ordem dos 20GW, distribuídos por várias zonas das costas Oeste e Sul.

O **Continente**, e a **Ilha de Porto Santo**, foram os pioneiros em Portugal da produção de energia eléctrica via aeráutica. Efectivamente remonta a **1985** a instalação dos primeiros Parques Eólicos em Portugal, nesta Ilha e em Lourel, na região Oeste do Continente.

No ano, creio que de 1984, a EDP encarregou a Profabril e a sua subsidiária Tecinvest, da realização do projecto global de um electrogerador eólico experimental, aproveitando um espécimen de moinho de vento outrora



Fig. 8 - Parque Eólica

largamente utilizado em instalações de moagem de cereais, principalmente na zona do litoral Oeste português.

A instalação entrou em funcionamento em 1985, admitindo-se na altura que para além de preservar um tipo de moinho em vias de extinção, iria permitir a realização de ensaios de produção de energia eléctrica, por meio de um gerador assíncrono de 15 kW, acoplado ao aeromotor, destinando-se a ser lançada na rede local de baixa tensão. Os sistemas de comando e controlo associados ao grupo permitindo a sua condução automática e o registo das informações sobre o funcionamento para ulterior estudo.

Posteriormente, em **1988**, os **Açores** instalam o seu primeiro Parque Eólico na **Ilha de Santa Maria**.

#### 3.3.1. No Continente

Nos anos que correm a RNT vem sendo reforçada para garantir capacidade de recepção de energia dos Produtores em Regime Especial, nos quais se enquadram os afectos às energias renováveis. A sua insuficiência tendo constituído, até agora, um sério óbice ao desenvolvimento da produção de energia pelas fontes de que nos ocupamos, muito em especial a eólica, face à localização "difícil" dos respectivos Parques e à necessidade técnica, devido ao crescimento das potências unitárias dos aerogeradores, com significativas potências de curto circuito, de ligação a

redes compatíveis, cada vez mais as redes de transporte.

Regista-se que a potência eólica requerida e/ou em exploração, ultrapassou o potencial técnico previsto pela REN e, assim, em 2005 previu-se a entrada em serviço, para o escoamento da energia produzida via eólica nas serras de Arga e de Peneda, de uma nova subestação de 400/150 kV, a subestação de Pedralva.

Em Trás - os - Montes, desenvolve-se a expansão da rede de 220 kV para permitir a recepção de energia de fonte renovável, particularmente a eólica, das serras de Alvão, Marão e Bornes.

Muito sumariamente e de forma simplista, poderemos caracterizar o potencial eólico do Continente dizendo que as zonas com melhor aptidão se localizam nas montanhas do interior Centro e Norte, contrariamente ao que se supõe, que o maior potencial eólico se situará no Litoral.

Os ventos médios anuais expectáveis situam-se, a 40 m do solo com velocidades na ordem de grandeza de:

- Orla costeira e à cota do mar.....< 6 m/s
- Zonas montanhosas do interior < 1000 m.....6,5 a 7 m/s
- Zonas montanhosas do interior > 1000 m.....7 a 8 m/s

Os conjuntos montanhosos, Soajo - Larouco - Gerês, Cabreira - Barroso -

Alvão - Marão, Montemuro - Meadas e Estrêla - Açor - Lousã, serão aqueles com maior potencialidade.

Próximo ao Litoral identificam-se, no entanto, algumas zonas com interesse, como as serras de Aire e Candeeiros, o conjunto da serra de Montejunto e elevações do Oeste e finalmente a Costa Vicentina em Vila do Bispo, no Algarve.

Os pedidos de estabelecimento para projectos eólicos têm, como atrás dissemos, ultrapassado todas as expectativas; em 2002, o total de potência pedida para energias renováveis foi de cerca de 7,4 MVA, dos quais 90 %, 6,7 MVA, correspondendo a centrais eólicas.

Em 2005 a energia eólica já forneceu cerca de 4% do nosso consumo de energia eléctrica, colocando-nos na situação de 5º país do mundo no investimento nesta forma de energia

A concretizarem-se, nos próximos anos os 6,7 MVA eólicos, teríamos, atingido os objectivos totais de 2010, com largo excesso; será assim? Deus o permita.

### 3.3.2. Madeira e Açores

#### 3.3.2.1. Madeira

A nível das Regiões Autónomas mantém o primeiro lugar, com uma potência total instalada de cerca de 14 MW, e possuindo um Parque já com algum desenvolvimento, o de Bico da Cana, com 12 aerogeradores com as potências unitárias de 150 kW.

#### 3.3.2.2. Açores

Remonta a 1988 instalação do primeiro Parque Eólico nos Açores, na Ilha de Santa Maria.

Após ser estudada a sua viabilidade foi resolvido instalar uma potência de 240 kW. O Parque situando-se junto ao Pico do Facho, dispondo inicialmente de 8 aerogeradores com a potência unitária de 30 kW. Estes, montados em torres de

15 m de altura, foram ligados a uma subestação elevadora a 10 kV a interligando com a rede da Ilha. Posteriormente foram instalados dois outros de características semelhantes, subindo, portanto, a potência instalada para os 0,3 MVA.

Os aerogeradores eram do tipo auto orientado entrando automaticamente em funcionamento quando a velocidade do vento atingia os 3,7 m/s, alcançando os 30 kW nominais à velocidade de 11,4 m/s.

Este Parque produzindo cerca de 10 % das necessidades energéticas anuais de Santa Maria, foi desactivado em 2001 e substituído em 2002, por um outro, equipado com 3 aerogeradores de 300 kW unitários, ficando, portanto, 0,9 MW instalados, passando a cobertura energética por esta via, para cerca de 30 % do consumo anual de energia eléctrica.

Outras ilhas foram estudadas, como a **Graciosa**, sob o aspecto da caracterização dos regimes de ventos; nesta ilha foi seleccionado o local da **"Serra Branca"** como mais vantajoso, por ali se verificarem ventos com a velocidade média anual de 9 m/s. Tal facto veio permitir a construção de um Parque Eólico em 2002, equipado com 2 aerogeradores de 300 kW de potência nominal.

Mais Parques se encontram actualmente no Arquipélago, como o do **"Pico da Urze" em S. Jorge**, com 7 aerogeradores em exploração, e uma potência instalada de 1,15 MW.

As ilhas, do **Faial com 1,8 MW** e **Flores com 0,6 MW**, completam o panorama dos Parques Eólicos na Região açoreana, com uma potência total instalada inferior a 6 MW.

## 4. CONCLUSÕES

A situação, em termos de intenções, surge-nos por forma a confiarmos na consecução, em tempo, do grande objectivo de alcançarmos os 39 % de energia eléctrica produzida via energias alternativas em 2010.

Tal dever-se-à ao grande incremento previsto e em curso da produção eólica.

No entanto podemos constatar, segundo o quadro representativo da "estrutura, segundo a REN, da produção de electricidade em 2010", que segue, que o peso das energias renováveis puras, será, em 2010, da ordem dos 14 % do total da energia produzida, dos quais 7,1 % se atribuem exclusivamente à eólica.

Este cenário ficando bastante abaixo dos níveis pretendidos por outros países europeus.

Representando as energias renováveis 39,2 % da nossa produção energética, portanto satisfazendo a meta a alcançar.

Deveremos, no entanto, não descurar as outras fontes renováveis para além da eólica, sem ignorar que a energia por elas produzida é, salvo a hídrica, mais cara do que a proveniente das fontes tradicionais, tanto mais que elas se apresentarão progressivamente mais interessantes, em consequência da evolução tecnológica acelerada que vivemos.

De qualquer forma coloca-se-nos sempre a interrogação de, se deveremos, ou não, na busca das condições de competitividade industrial que nos faltam, sendo uma delas o custo da energia eléctrica que produzimos, adoptar a produção pelo **modo termonuclear**, pois temos de nos confrontar com concorrentes que dele dispõem, e há muito.

Como, infelizmente, a produção térmica baseada nos combustíveis fósseis, será, ainda durante muitos anos, o grande recurso energético ao nosso dispor, como conseguiremos, no curto prazo, aumentar a produção e descer o custo do kWh sem o recurso ao modo termonuclear?. Acresce que, talvez a curto prazo, as "pilhas de combustível" se poderão impor no mundo da produção de energia eléctrica, elas necessitando de "combustível", o hidrogénio, que deverá ser produzido a partir da electrólise da água com o emprego de energia eléctrica, preferencialmente excedentária ( período nocturno ), energia que terá de ser produzida, deseje-se, mediante fontes não poluentes ou menos poluentes, como é o caso da energia eólica e da termonuclear.

Não deveremos também ignorar o problema do efeito de estufa, que, para resolver, imporá grandes investimentos na "captura do CO<sub>2</sub>"; ora, o modo termonuclear dispensa-a.

Os inconvenientes ou melhor, os riscos, são conhecidos, mas estamos colocados na situação de deles poder vir a ser vítimas, não beneficiando das vantagens, que, na devida oportunidade, deixámos para outros.

Recentemente surgiu um investidor privado propondo-se construir e explorar uma central electrónica nuclear em Portugal; a sua intenção não terá sido bem recebida pelos poderes públicos; pessoalmente fazemos votos pela revisão do posicionamento do Estado neste particular.

Miraflores, Setembro de 2006

# PILHA DE COMBUSTÍVEL

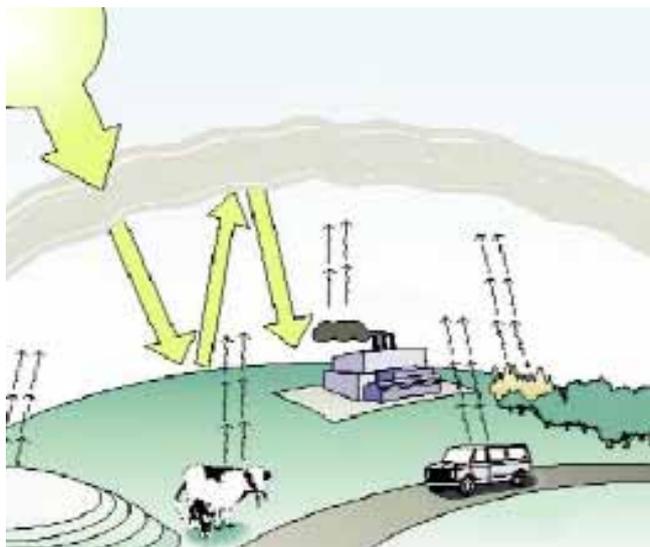
## INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO NA GERAÇÃO DE ENERGIA PARA A PROPULSÃO DOS NOVOS SUBMARINOS DA MARINHA DE GUERRA PORTUGUESA

João Nuno Ferreira de Carvalho **INTRODUÇÃO**



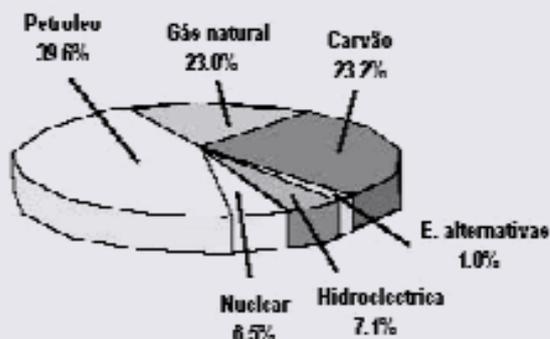
A forte dinâmica de desenvolvimento e crescimento da evolução tecnológica de forma massificada no contexto mundial, apresenta-se como um dos principais factores da degradação e destruição dos recursos naturais.

### Questões Ambientais



Este desenvolvimento tecnológico, não sustentado, forneceu ao ser humano o controlo das diversas fontes de energia essencialmente de origem fóssil, conduzindo a um rápido e intenso domínio do espaço ecológico. A escala a que o ambiente hoje em dia é solicitado, é de tal forma elevado, que a destruição de recursos ultrapassa a própria capacidade de recuperação dos ecossistemas.

## Recursos Energéticos – Nível mundial

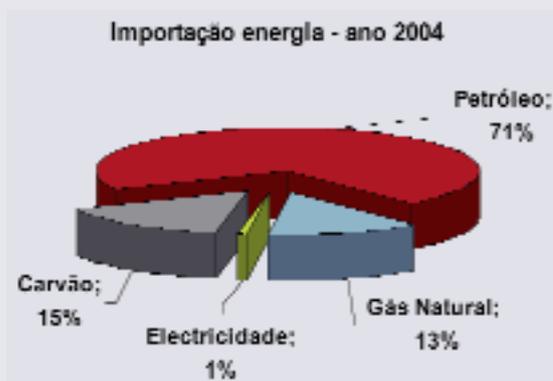


Como consequência, a sustentação do aumento do consumo energético começa agora a dar os primeiros sinais de instabilidade, que resultam essencialmente dos seguintes factores:

- Recursos energéticos do tipo combustíveis fósseis são finitos;
- Instabilidade política em alguns dos principais países detentores destes recursos energéticos;
- Especulação económica do valor dos combustíveis no mercado;
- Incapacidade da manutenção sustentada das reservas energéticas.

## Recursos Energéticos - Importância a nível nacional

- Portugal importa cerca de 87% da energia que consome;
- O petróleo domina as importações em 71%;



Perante tal cenário, de tão fortes implicações no âmbito económico e estrutural do país, aliado às questões ambientais e de desenvolvimento sustentável, verifica-se a necessidade de alteração da política energética, através da diversificação das fontes e formas de produção de energia, com necessidade de investimento em inovação tecnológica que harmonize as questões ambientais e que incremente a exploração dos recursos endógenos.

## Contexto Operacional

- Baixa assinatura acústica;
- Reduzida transferência térmica da plataforma para água;
- Ausência de limitações em profundidade de operação;
- Alto rendimento com especial incidência a cargas parciais;
- Elevado nível de automação;
- Concepção modular.



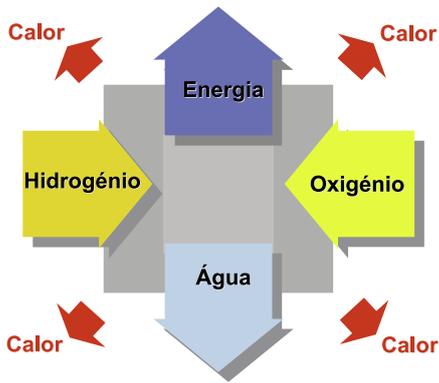
Neste contexto, e numa perspectiva empreendedora e de visão futura, a Marinha de Guerra Portuguesa deu um passo em frente na prossecução da resolução destes novos desafios, evoluindo de forma inovadora para a geração de energia pelo sistema de Pilha de Combustível como forma alternativa aos meios tradicionais de geração energética.

Esta nova tecnologia responde cabalmente aos desafios lançados, permitindo uma evolução sustentada que contribui para soluções consolidadas no âmbito económico, ambiental e de independência energética.

## CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

Contudo, este conceito inovador de produção de energia através da pilha de combustível aplicada aos novos submarinos, para além dar resposta cabal aos factores energéticos e ambientais referidos anteriormente, reúne um conjunto de características específicas de operação que, por norma, caracterizam os submarinos nucleares e que, no entanto, são possíveis de obter com certas limitações e com um custo de execução bastante inferior, numa plataforma convencional.

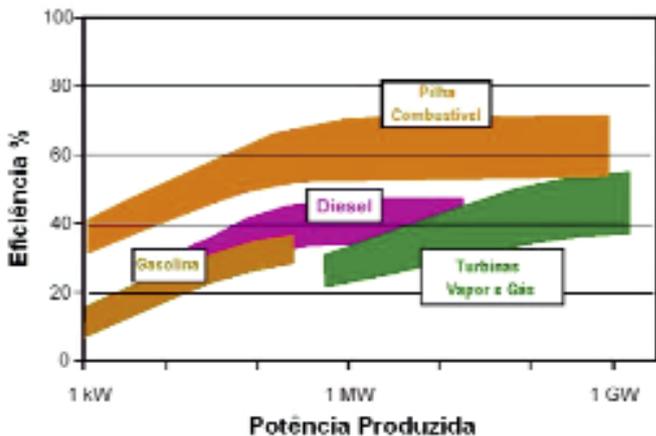
### Definição de célula de Combustível



As células de combustível podem-se definir como geradores electroquímicos de funcionamento contínuo, que produzem de forma directa a energia eléctrica, pela combustão electroquímica a frio, de um combustível gasoso (o hidrogénio) em conjugação com o Oxigénio.

A Célula de combustível produz energia eléctrica, e como sub produtos residuais de processo, água, e energia sob a forma de calor.

### Célula de Combustível - Eficiência



Esta geração eléctrica, assenta no princípio da electrólise inversa, apresentando-se com uma elevada eficiência na transformação energética (da ordem dos 65 a 70%) e com uma ausência de emissões poluentes, quando comparada com os tradicionais motores térmicos de combustão interna.

### Tipos de célula de Combustível

Tipo	Oxidante	Electrólito	Combustível	Eficiência
SOFC	Ar	Cerâmicas 900 °C	H <sub>2</sub> , CO, CH <sub>4</sub>	43-55 %
MCFC	Ar CO <sub>2</sub>	Carbonatos fundidos CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 650 °C	H <sub>2</sub> , CO CH <sub>4</sub>	43-55 %
PAFC	Ar	Acido fosfórico 200 °C H <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	36-45 %
PEMFC	Ar	Membrana polimérica 80 °C H <sup>+</sup>	H <sub>2</sub>	35-43 %

Uma célula de combustível consiste essencialmente em dois eléctrodos (cátodo e ânodo) separados por um electrólito. Normalmente, o tipo de electrólito que é usado na sua forma construtiva, distingue os diferentes tipos de células de combustível.

Célula de Combustível	Electrólito	Temperatura Operação (°C)	Eficiência Eléctrica	Combustível e Oxidante
Membrana polimérica condutora de prótons PEMFC	Polímero Nafion™	80-90	40 - 65 %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> e Ar
Ácido fosfórico PAFC	Acido fosfórico H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	160-200	55 %	Gás natural, de síntese, biogás, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> e Ar
Carbonato fundido MCFC	Carbonato Fundido	650-700	65 %	
Oxido Sólido SOFC	ZrO <sub>2</sub>	800-1000	60 - 65 %	

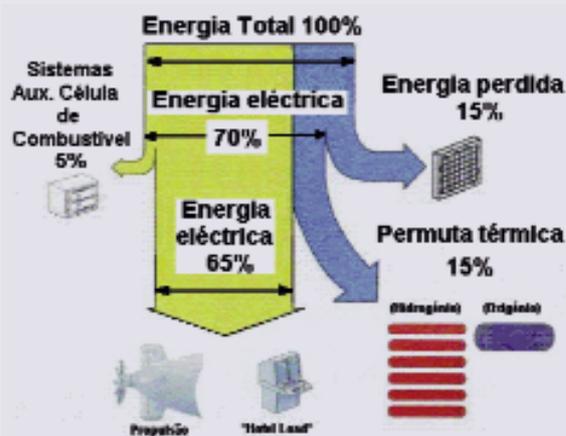
No entanto, existem várias características adicionais para além da forma construtiva que as caracteriza, como sendo a temperatura de operação, a eficiência eléctrica, o tipo de combustível a fornecer, o elemento oxidante e o tipo de aplicação onde vão ser inseridas. Estes aspectos, de uma forma objectiva, caracterizam e traduzem os distintos comportamentos que se podem observar nos diferentes tipos de célula de combustível.

Célula de Combustível	Electrólito	Vantagens	Desvantagens	Aplicações
Membrana Polimérica Condutora de prótons PEM FC	Polímero Nafion™	Alta densidade de carga. Operação flexível	Custo da membrana	Unidades móveis Aeronaves Plataformas navais

Para aplicação na plataforma submarina, as células de combustível que apresentam características técnicas mais

promissoras, e que se coadunam com os requisitos técnicos e operacionais de funcionamento da instalação, são as células PEM - Membrana polimérica condutora de prótons.

### Célula de combustível do tipo PEM FC



Esta opção resulta da análise tecnológica de funcionamento em que se distingue:

- A elevada eficiência;
- A Boa flexibilidade de operação;
- A Alta densidade de carga;
- A Produção energia de limpa;
- A Baixa temperatura de funcionamento;
- As reduzidas dimensões;
- E o baixo tempo de aprontamento para operação.

### Funcionamento da célula de combustível - PEM

Na célula de combustível do tipo PEM, os dois eléctrodos estão separados por uma membrana polimérica condutora de prótons - o electrólito.

O hidrogénio, no estado gasoso, é fornecido a um dos eléctrodos, e o oxigénio, no mesmo estado, é fornecido ao outro eléctrodo. O ânodo é o catalisador que fomenta a dissociação do hidrogénio em catiões e electrões. Após esta dissociação, os iões positivos de hidrogénio e os electrões deslocam-se em direcção ao cátodo, mas por trajectos diferentes - enquanto os catiões atravessam a membrana polimérica condutora de prótons, os electrões movem-se pelo circuito externo fechado.

No cátodo, os iões positivos de hidrogénio que atravessaram a membrana polimérica e os electrões que provêm do circuito eléctrico, reagem com a molécula de oxigénio formando água, gerando-se energia e calor - reacção exotérmica e exoenergética.

Assim, pode-se referir que estas reacções electroquímicas consistem em duas reacções separadas:

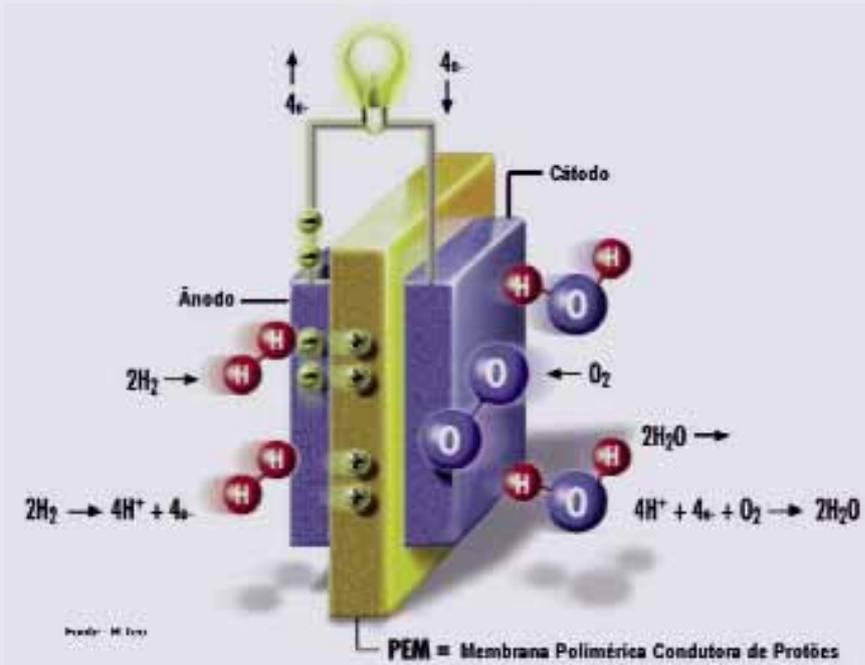
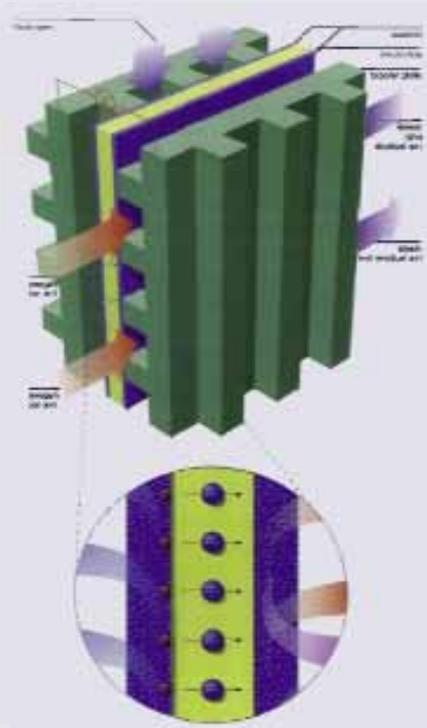
- Uma semi-reacção de oxidação, que ocorre no ânodo;
- Uma semi-reacção de redução, que ocorre no cátodo.

E, em que o ânodo e o cátodo são separados pelo electrólito.

### Estrutura da célula

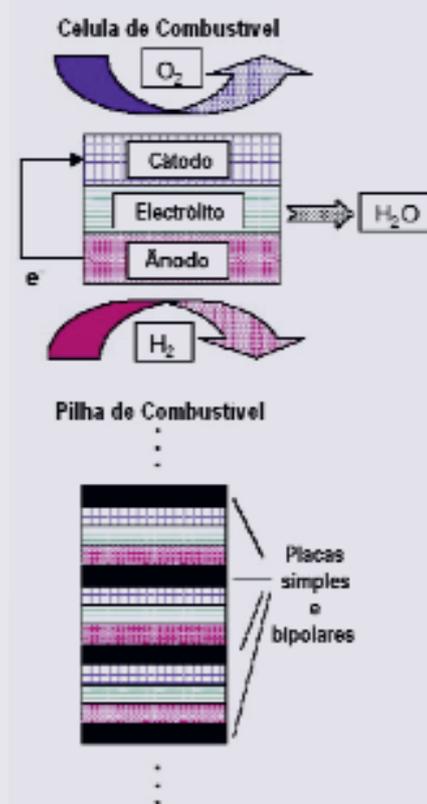
Os principais componentes que constituem a célula de combustível são:

- A Membrana polimérica de permuta prótons (PEM);
- Os eléctrodos de difusão gasosa;
- As Membranas de suporte;
- Os Campos de fluxos e colectores de corrente;
- E as Placas simples e placas bipolares.



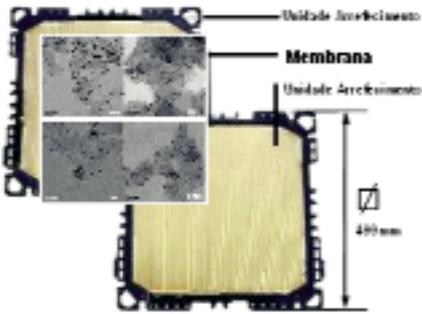
Pilha de Combustível - PEM

### Eléctrodos e o catalizador de platina



As reacções de redução nas células de combustível do tipo PEM, ocorrem nos eléctrodos junto à superfície do catalizador de platina.

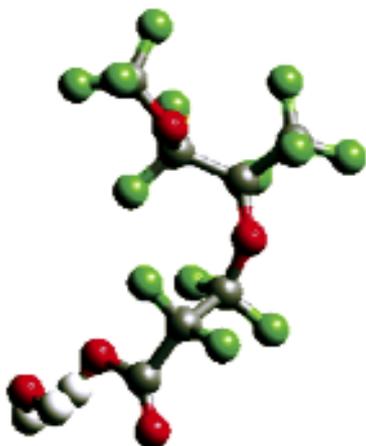
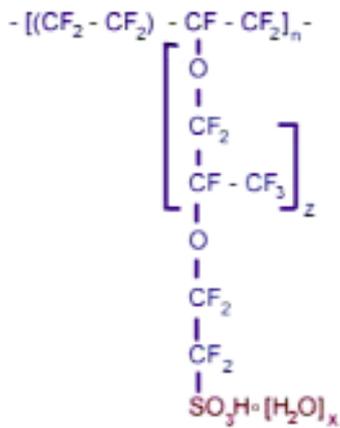
A platina, é o único catalizador que fomenta a reacção do oxigénio e hidrogénio e os liberta com grande facilidade, sem que faça parte do produto final.



Atendendo ao elevado custo da platina e para se obter uma área superficial abrangente no catalizador, é utilizado o carbono poroso como material base de suporte, ficando a platina dispersa em torno do carbono, formando pequenos nódulos esféricos, que se constituem como a essência do fomento de geração de fluxos de electrões, isto é, da corrente nas células de combustível.

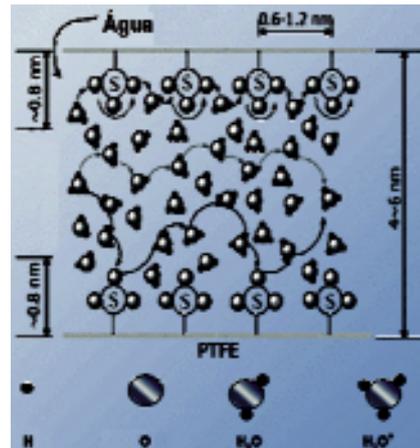
### Membrana permuta de prótons PEM FC

- Nafion™



Basicamente, o material da membrana, consiste num polímero perfluorado que possui unidades de **tetra fluor polietileno**, ligado a um éter que, por sua vez, está ligado a uma molécula derivada do ácido sulfuroso.

A sua designação comercial apresenta-se habitualmente como NAFION, cuja constituição de base possui o Teflon, que apresenta uma resistência mecânica e térmica elevada.

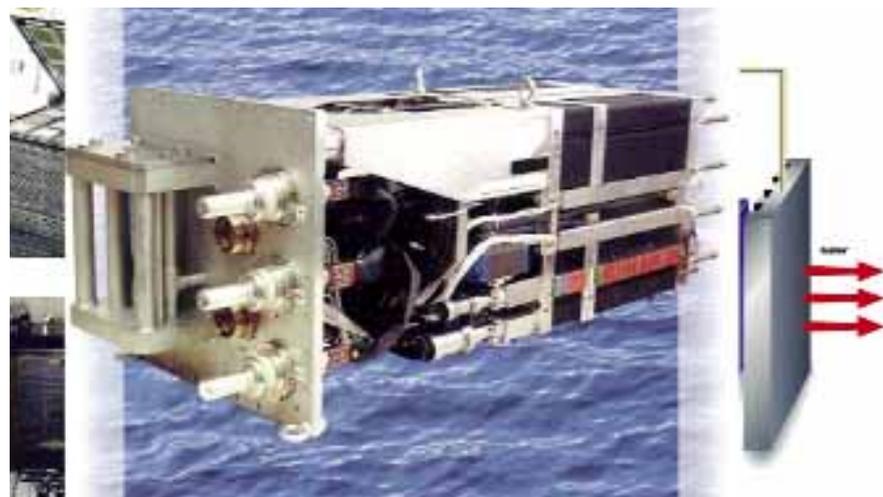


Mas, o que lhe confere propriedades excepcionais para o seu uso, em células de combustível, é a cadeia molecular derivada do ácido sulfuroso.

Esta cadeia, absorve água, atribuindo uma alta condutividade e selectividade iónica, permitindo que os iões de hidrogénio circulem no interior da membrana.

É de referir, que o movimento dos iões do hidrogénio só ocorre numa direcção, do ânodo para o cátodo, e que sem a hidratação da membrana, a célula de combustível não permitirá a circulação de corrente na célula, funcionando material isolante entre os eléctrodos.

### Associação de células – Pilha de Combustível



Para alcançar a produção de valores de tensão adequados aos exigidos pelo processo onde estão inseridas, as células individuais de combustível, terão que ser combinadas em conjuntos vários, os quais se designam por pilha de combustível.

Assim, basta que a eficiência de transformação energética da célula individualizada seja inferior a 100% (irreversível e com perdas), para que se produza uma diferença de potencial máximo em vazio de 1,16 volt e que sob solicitação produzam 0,5 a 0,7 Volt.

Neste sentido, verifica-se a necessidade de agrupar as células em conjuntos de 200 a 300 unidades, de forma a se obter potenciais práticos da ordem de 150 a 200 V, no sentido de satisfazer as necessidades energéticas da plataforma submarina.

### CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA AIP COM PEM FC

A instalação propulsora (ou central eléctrica), ocupa por norma, cerca de 50% do volume do casco resistente e por isso surge como um factor importante na configuração do submarino.

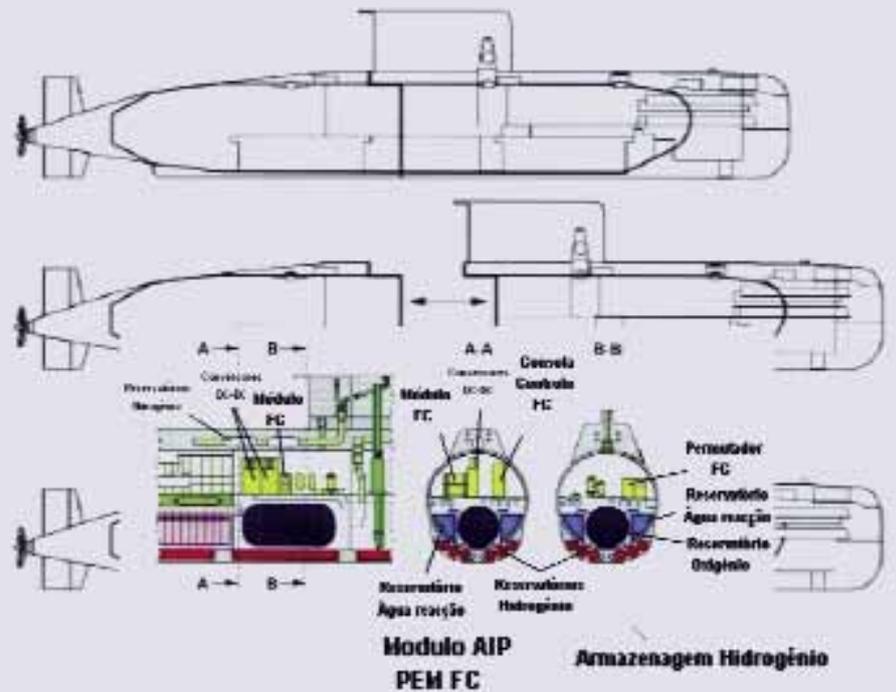
Assim, a selecção do sistema propulsivo obedece a um processo de exequibilidade técnica e aceitação económica.

### Configuração Módulo AIP

O dimensionamento da instalação propulsora, passando pela sua escolha, obedece a critérios vários, de entre os quais se destacam:

- Autonomia e velocidade;
- Custo;
- Adaptabilidade do sistema propulsor ao casco;
- Potência disponível a diversos regimes;
- Manutibilidade;

- Guarnição necessária à condução da instalação;
- Consumo específico do combustível.



Deste modo, a procura de uma instalação propulsora que exclua as plataformas nucleares e que garanta uma elevada discrição, mobilidade e autonomia, quando comparada com as instalações convencionais, está na base da investigação e pesquisa dos sistemas de propulsão independente do ar - AIP.

Os submarinos dotados do sistema AIP são por este nome conhecidos, porque produzem a energia necessária às suas necessidades energéticas globais, de forma autónoma e sustentada, nunca necessitando da presença do ar atmosférico para a realização do processo propulsivo.

Os principais componentes que constituem o módulo de AIP via Membrana polimérica condutora de prótons são:

- Os Módulos de pilha de combustível, formando o sistema de conversão energética;
- Os Reservatórios do hidrogénio;
- Os Reservatórios de oxigénio;
- O Sistema de comando e controlo do módulo da pilha de combustível;
- O Sistema auxiliar de segurança e protecção do módulo;
- E o Tanque de armazenagem do produto da reacção electroquímica.

### Reservatório Oxigénio

#### Tanque Oxigénio Líquido (LOX)



**Capacidade máx.: 15,3 Ton ± 3%**  
**Pressão operação: 2 a 3 bar**  
**Pureza: 99,5% (Tipo 2.5)**

Ao analisar com pormenor a configuração do sistema AIP via pilha de combustível, constata-se a existência de formas inovadoras de armazenagem e operação dos fluidos intervenientes no processo em plataformas submarinas, com principal destaque para o Oxigénio e Hidrogénio.

Assim, o Oxigénio com elevado grau de pureza, apresentar-se-á armazenado no estado líquido (forma criogénica), a baixa pressão (2 a 3 bar).

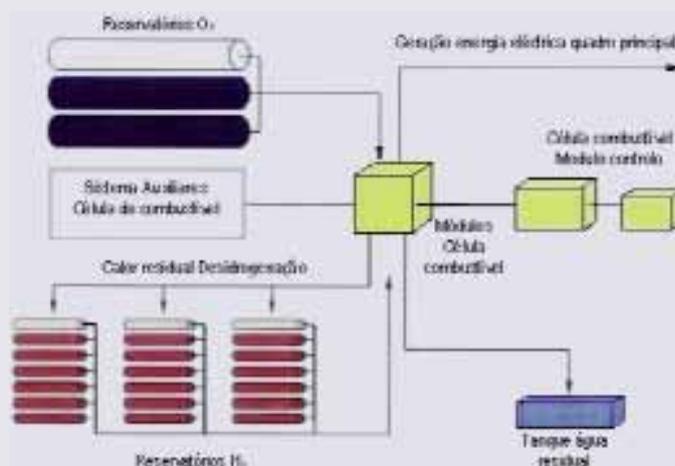
O reservatório de armazenagem do oxigénio de parede dupla, estará inserido no interior da plataforma, possuindo isolamento a vácuo entre as superfícies metálicas que o constituem, de modo a conservar os parâmetros térmicos de criogénia pelo maior período tempo possível.

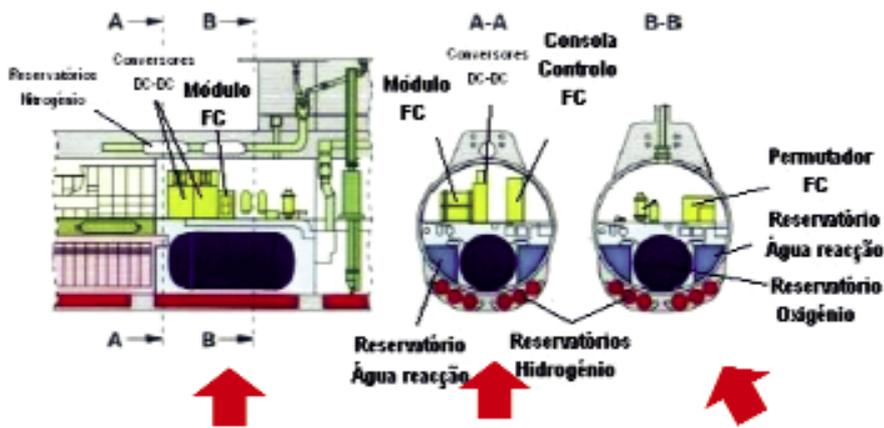
Associado a este reservatório, existirá um evaporador, que utilizará a porção do calor residual dissipado na conversão energética da pilha de combustível, permitindo a vaporização do oxigénio do estado líquido para o estado gasoso.

Para responder da melhor maneira aos requisitos operacionais, a instalação deve compreender:

- Uma Elevada eficiência do sistema de propulsão;
- Uma Baixa resistência hidrodinâmica do casco;
- Uma Elevada eficácia na conversão energética;
- E uma Grande capacidade de acumulação de energia por unidade de peso.

Sabendo à partida que, esteja o submarino à superfície ou em imersão, a resistência ao avanço, condiciona a sua velocidade de deslocação, sendo necessário garantir um valor aceitável da relação potência-velocidade.





Tanque Oxigénio Líquido (LOX)

### Reservatório Hidrogénio



Armazenagem sob pressão



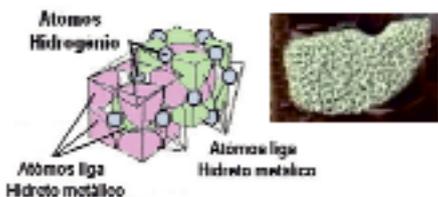
Armazenagem criogénica



Armazenagem Hidreto metálico

No que concerne à armazenagem do hidrogénio, os elevados padrões de exigência mantiveram-se, exigindo o desenvolvimento de apurada investigação em diversos domínios, com principal incidência na análise profunda da mecânica de fractura e metalurgia física, face à elevada exigência que está associado o processo de armazenagem do Hidrogénio.

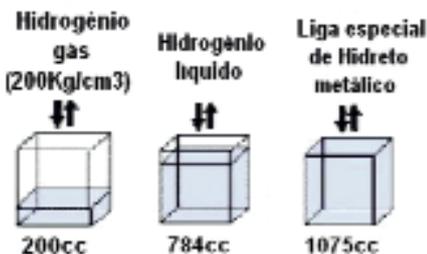
### Reservatório Hidrogénio – Hidreto metálico



Das formas actualmente conhecidas e disponíveis para o processo de armazenagem do hidrogénio, o método que prevalece, dadas as características que melhor se adaptaram às exigências

operacionais, é a armazenagem em reservatórios de liga especial, do tipo Hidreto metálico.

### Reservatório Hidrogénio



Comparado com outros métodos, este processo é mais seguro, de mais fácil utilização e não está dependente de factores ambientais.

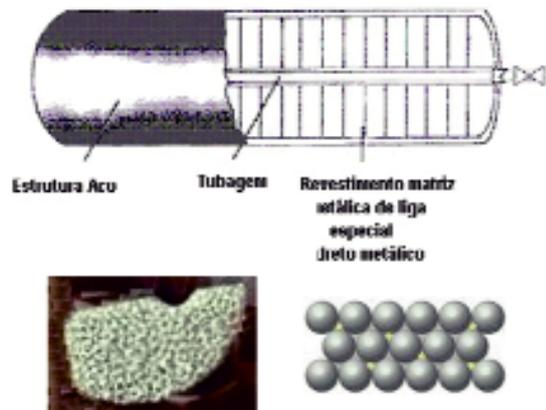
Possui uma relação de densidade energética por volume elevada, o que quer dizer, para o mesmo volume, a liga especial de Hidreto metálico, terá a maior capacidade de armazenagem.

Como desvantagem, apresenta uma baixa densidade energética por unidade de massa, que se traduz num elevado peso de reservatório.

No tocante aos aspectos de manutenção, estes reservatórios apresentam-se sob o conceito de isenção de manutenção, permitindo que sejam instalados na estrutura externa do casco resistente da plataforma submarina, não havendo assim e de forma cumulativa o risco de fuga do hidrogénio para o interior do casco resistente.

Para além destes aspectos, e abordando ainda os factores de segurança, os circuitos de distribuição de hidrogénio serão de duplo revestimento, em que o espaço que os intermediará será pressurizado com azoto, permitindo monitorizar continuamente o seu valor de pressão e assim controlar as fugas de hidrogénio em tempo real, tornando-o assim, operacionalmente seguro.

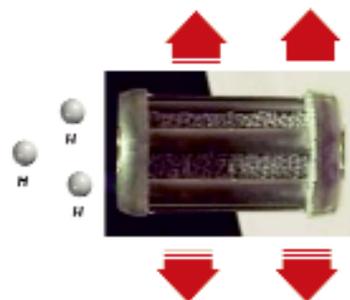
Mas como se desenrola todo o processo de armazenagem por este método inovador?



O processo de admissão e dispersão do hidrogénio de elevado grau de pureza, efectuar-se-á de forma reversível por uma tomada ligada à zona central de cada reservatório. Por sua vez, os reservatórios apresentarão uma forma cilíndrica em que o revestimento externo será constituído por uma estrutura de aço e, internamente, incorpora como revestimento, um núcleo de acondicionamento constituído por uma matriz metálica de uma liga especial do tipo Hidreto metálico.

O hidrogénio, em presença desta matriz metálica de liga especial, é capaz de formar uma solução sólida, ocupando interstícios de uma estrutura cristalina num processo reversível. No entanto, o limite de solubilidade do hidrogénio na liga metálica, depende de factores diversos, tais como composição, micro-estrutura e temperatura.

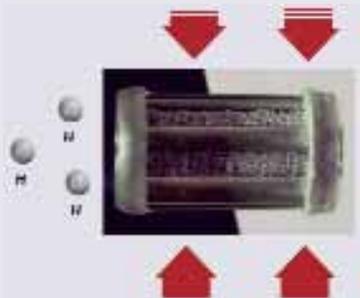
### Abastecimento do reservatório



Assim, e de forma mais simples, poder-se-á dizer que os Hidretos metálicos fun-

cionam como uma “esponja”, que ao absorverem o hidrogénio libertam energia sob a forma de calor, que terá que ser removido do processo de reabastecimento dos reservatórios.

### Fornecimento Hidrogénio ao circuito



Na situação inversa, isto é, na libertação do hidrogénio da matriz e fornecimento ao circuito, o reservatório vai requerer a absorção de energia sob a forma calor.

De salientar, que dentro dos reservatórios não existirá hidrogénio livre, pois a sua libertação da matriz metálica só se processará mediante o fornecimento de energia sob a forma de calor.

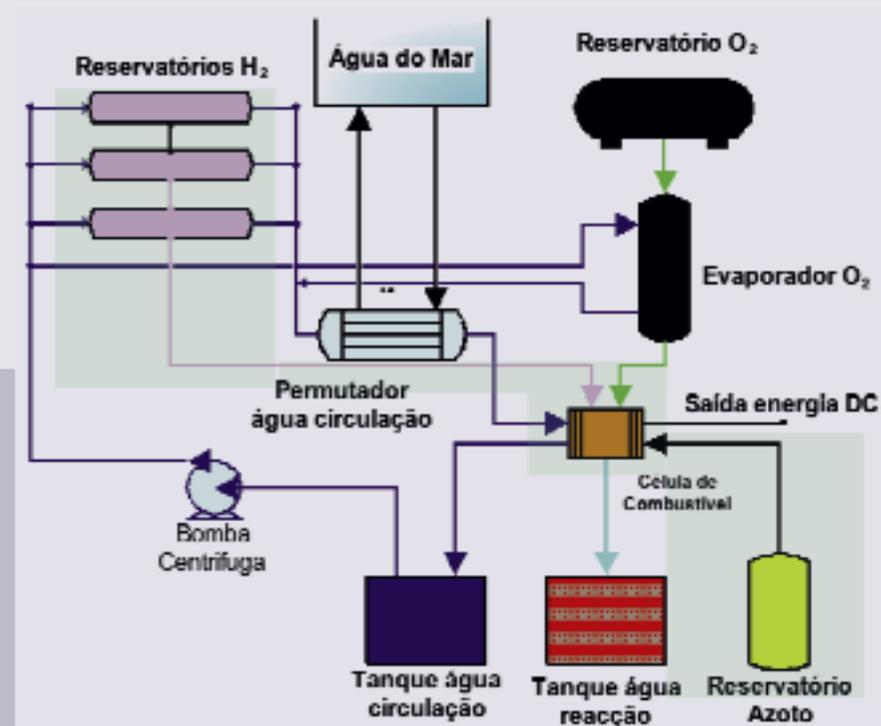
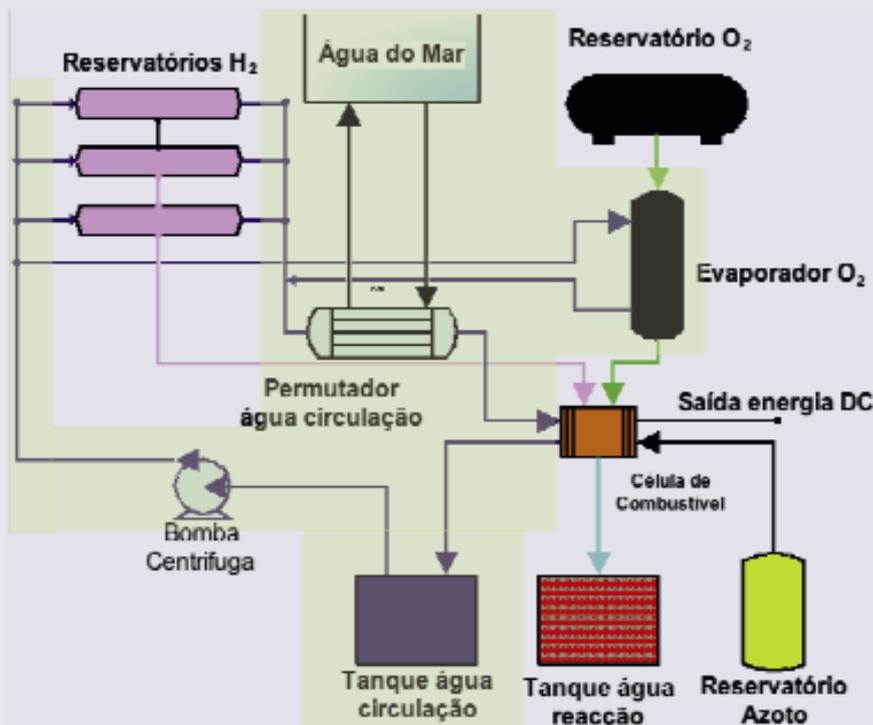
### Sistema de Segurança – Circuito Azoto

A principal razão de existência e integração do circuito de Azoto no módulo da pilha de combustível, está associada essencialmente a questões de segurança de funcionamento do sistema. No sistema em vista, o azoto será

mantido em reservatórios a alta pressão -250 bar- assumindo as funções:

- De Inertização da instalação composta pela pilha de combustível e respectivos sistemas.
- E de pressurização dos contentores que contêm os módulos de células e as tubagens de duplo revestimento do circuito de distribuição do hidrogénio.

### Circuito Auxiliar – Permuta Térmica



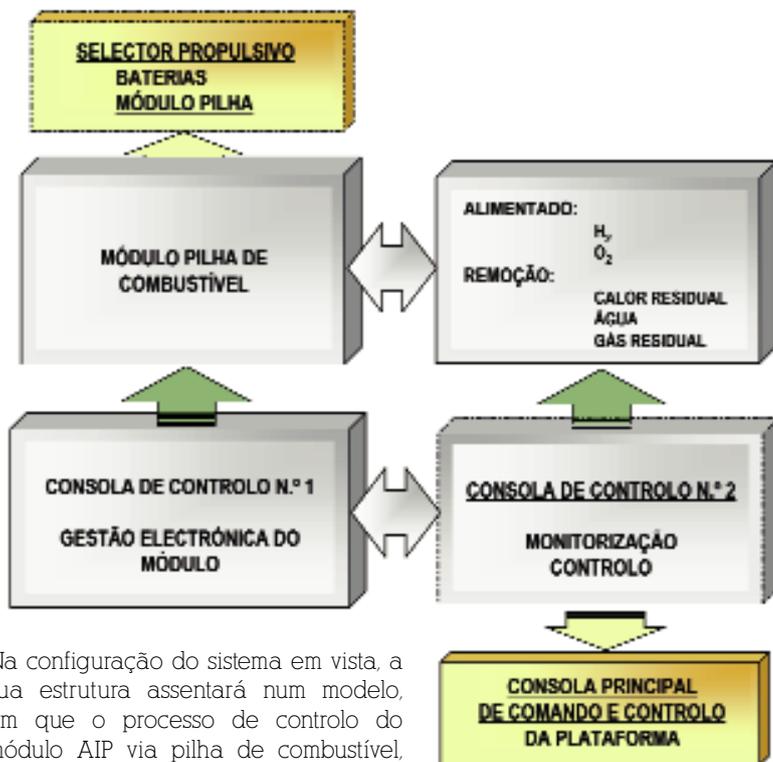
O sistema de arrefecimento que estará intercalado no circuito, apresentará a dupla função de permutação nos dois processos que contribuirão para a operação do módulo da pilha de combustível.

Assim, à reutilização do calor residual dissipado pelo módulo da pilha de combustível na produção de energia eléctrica, será entregue:

- Aos Reservatórios de Hidrogénio, fomentando o processo de desidrogenação e incrementando a libertação do hidrogénio da matriz das ligas de Hidreto metálico.
- E aos evaporadores de Oxigénio, fomentando a vaporização do Oxigénio do estado líquido para o estado gasoso.

### Sistema Comando e Controlo

Como em qualquer plataforma, o sistema de comando e controlo, assume vital importância na gestão dos sistemas, adequado funcionamento de equipamentos, meios de segurança e monitorização do processo.



Na configuração do sistema em vista, a sua estrutura assentará num modelo, em que o processo de controlo do módulo AIP via pilha de combustível, apresentará duas consolas com as seguintes áreas de acção:

- A Gestão da componente electrónica do módulo da pilha de combustível;
- E a Gestão integrada dos mecanismos automáticos de segurança.

Estas consolas, além de se complementarem no seu modo de funcionamento, estarão integradas na consola principal de comando e controlo da plataforma submarina, permitindo ao decisor optar de forma eficaz, mediante a informação do processo, na selectividade do modo de propulsivo.

### Logística FC – Fornecimento e abastecimento

#### Apoio Logístico Fuel Cell

#### Fornecimento e abastecimento

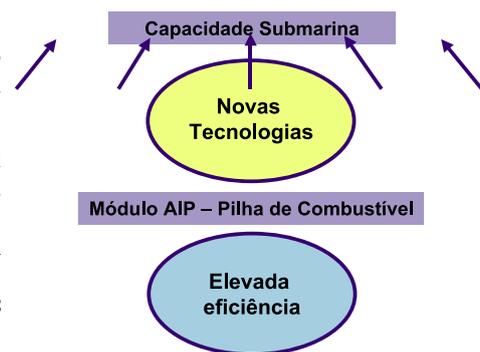
Gás	Qualidade	Forma de Armazenamento	Quantidade
Hidrogénio	5.0	Estado gasoso em Hidretos à temperatura ambiente e à pressão de 60bar	1.8 Ton./20173 m3
Oxigénio	2.5	Estado Líquido Pressão de 2 a 3bar	15.3 Ton./11334 m3
Azoto	2.5	Estado Líquido Pressão de 250bar	340 Lt.

### CONCLUSÕES

O modelo de desenvolvimento vigente a nível global, pressupõe um crescimento sem limites do consumo energético, apresentando-se esgotado, próximo da sua implosão.

A manter-se este modelo, é inevitável que se registre a queda da produção, levando o sistema à ruptura. O funcionamento e sobrevivência do sistema económico, base da sociedade moderna, depende de recursos essenciais como água, ar, solo e energia, que constituem um 'capital ambiental' ameaçado.

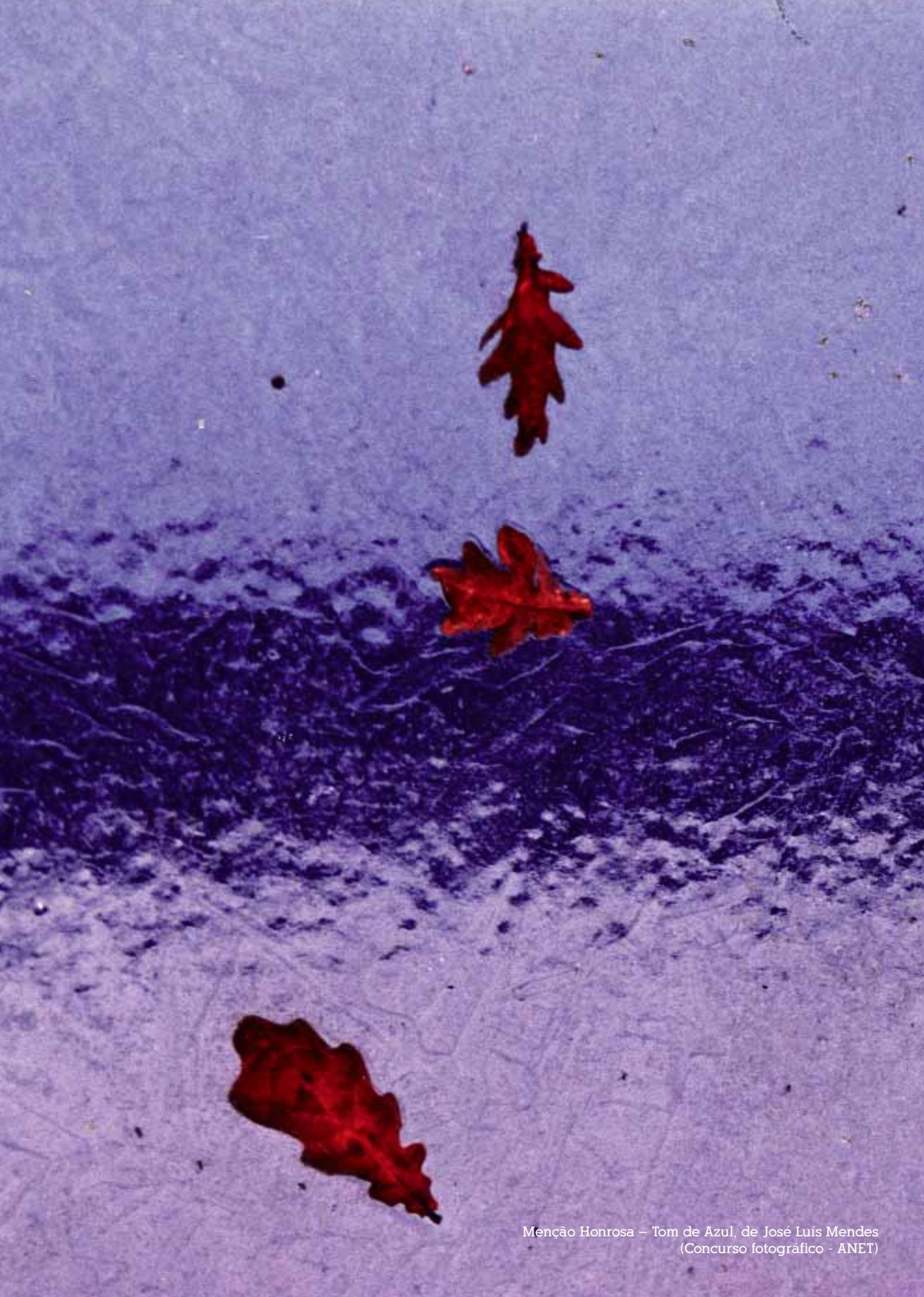
Neste virar de século, deve ser repensada a importância desses "inputs" no modelo da utilização racional e da rentabilização energética, de forma a evitar o colapso. Não existem condições ecológicas a nível global que permitam obter níveis de crescimento acompanhados de consumos energéticos desregrados como actualmente se verifica. A consciencialização deste facto, leva a repensar os modelos de desenvolvimento tecnológico e obriga à procura de soluções alternativas a actual situação existente.



Neste contexto, a capacidade submarina, associada às novas tecnologias, apresenta-se como uma das garantias deste objectivo, com excelente relação custo/eficiência, aliado a uma capacidade dissuasora por suposta presença, que responde de forma cabal aos referidos aspectos.

O princípio de funcionamento do sistema AIP através da conversão de energia pelo módulo de pilha de combustível, apresenta-se como silencioso, ecológico, com elevada eficiência e bastante fiável em operação.

A produção de energia pelo sistema de pilha de combustível, será mais um virar da página no capítulo das novas tecnologias de geração energética. Continuar a investigar e a desenvolver estes sistemas, de forma a vencer os desafios ambientais e energéticos que se instalaram, é uma aposta de futuro que tem que ser ganha, permitindo assim o crescimento da evolução tecnológica de forma sustentada.



Menção Honrosa – Tom de Azul, de José Luis Mendes  
(Concurso fotográfico - ANET)

# FALEMOS UM POUCO DE TEATRO



Fig. 1 - Prometeu  
agrilhado

**APRENDI ATRAVÉS DA MINHA PRÓPRIA VIDA QUE O HOMEM É UM ACTOR. E É UM ACTOR POR DIVERSAS RAZÕES: PORQUE VIVE E INTERAGE COM OUTROS HOMENS; PORQUE MENTE; PORQUE DISSIMULA; PORQUE, AO INVÉS DE FAZER O QUE DEVERIA, FAZ O QUE A SOCIEDADE ESPERA QUE ELE FAÇA (OU AO CONTRÁRIO), MESMO CONTRA A SUA VONTADE; OU PORQUE SIMPLEMENTE DESEMPENHA, CONTINUAMENTE E AO LONGO DA SUA VIDA, VÁRIOS PAPÉIS AO MESMO TEMPO. MAS NÃO VOU MAÇAR-VOS COM QUESTÕES RELACIONADAS COM A SOCIOLOGIA, OU OUTRO QUALQUER DOMÍNIO DAS CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS. VOU, APENAS, FALAR-VOS DE TEATRO.**

**Filipe Lopes**

## DEFINIÇÃO

Qualquer breve procura relacionada com a palavra teatro num dicionário de língua portuguesa remete-nos para o latim "theatru" e para o grego "théatron", que significam algo como "lugar onde se vê". O mesmo dicionário dar-nos-á, ainda, a informação de que a palavra é um substantivo masculino, com quatro possíveis significados. A saber: "edifício onde se representam obras dramáticas, óperas, etc."; "a arte de representar ou de compor obras teatrais"; "coleção das obras dramáticas de um autor, de uma época, de uma nação"; "literatura dramática". Como podemos, facilmente, verificar, a palavra "teatro" corresponde, não apenas ao lugar onde se pode assistir à representação de algo, como também a essa própria arte da representação, bem como à escrita que lhe dá origem. Mas seguir este caminho, num texto que pretende acima de tudo o resto proporcionar alguns minutos lúdicos, até por estar enquadrado numa revista em que todos os outros conteúdos são bastante técnicos, seria uma traição ao conceito que lhe deu origem. Portanto, esta pequena definição serve apenas para situar o caro leitor em relação ao que a palavra significa e à sua etimologia. Qualquer breve procura relacionada com a palavra teatro num dicionário de língua portuguesa remete-nos para o latim "theatru" e para o grego "théatron", que significam algo como "lugar onde se vê". O mesmo dicionário dar-nos-á, ainda, a informação de que a palavra é um substantivo masculino, com quatro possíveis significados. A saber: "edifício onde se representam obras dramáticas, óperas, etc."; "a arte de representar ou de compor obras teatrais"; "coleção das obras dramáticas de um autor, de uma época, de uma nação"; "literatura dramática". Como podemos, facilmente, verificar, a palavra "teatro" corresponde, não apenas ao lugar onde se pode assistir à representação de algo, como também a essa própria arte da representação, bem como à escrita que lhe dá origem. Mas seguir este caminho, num texto que pretende acima de tudo o resto proporcionar alguns minutos lúdicos, até por estar enquadrado numa

revista em que todos os outros conteúdos são bastante técnicos, seria uma traição ao conceito que lhe deu origem. Portanto, esta pequena definição serve apenas para situar o caro leitor em relação ao que a palavra significa e à sua etimologia.



Fig. 2 - William Shakespeare

## O INÍCIO

A origem do teatro situa-se, segundo Aristóteles, no século VI a.C., nos diti-rambos (procissões com representações corais) em honra do deus grego Dionísio (deus do vinho, equivalente ao deus Baco dos romanos), que serviam para agradecer a produção de uva desse ano agrícola e a partir dos quais nasce a célebre Tragédia Grega, que teve em Ésquilo (525 a 456 a.C. aprox.), Sófocles (496 a 406 a.C. aprox.) e Eurípedes (484 a 406 a.C. aprox.) os seus maiores símbolos. Apetece-me fazer, aqui, um pequeno parêntese, para partilhar convosco o episódio que marca a minha aproximação ao teatro, enquanto expressão escrita e à Tragédia Grega em particular. Apenas mais tarde li Shakespeare, Samuel Beckett e outros, mas teria os meus doze anos quando comprei num alfarrabista, por quinze escudos, um livro intitulado "Prometeu Agrilhoado". O seu autor era um senhor chamado Ésquilo e a história girava em torno de Prometeu, um deus que traiu os da sua igualha, roubando-lhes o fogo e oferecendo-o aos homens, provocando a ira de Zeus, rei dos deuses na mitologia grega, que mandou Hefesto e Cratos acorrentá-lo a uma montanha com as correntes inquebráveis de Hefesto, enquanto uma águia de asas enormes lhe comia o fígado. Por ser imortal, o fígado crescia continuamente e continuamente era devorado. Assim seria eternamente, caso não fosse a intervenção de Hércules, que matou a águia com consentimento de Zeus. Este livro teve o condão de me fazer apaixonar pelo universo da mitologia: quer grega, quer romana, quer nórdica, quer outras, até mesmo a "tolkeniana" (pois... a de "Silmarillion" e de "O Senhor dos Anéis", mas isso é outra história). Percebi, não imediatamente, mas com o lento despertar da minha maturidade e de uma outra percepção das coisas, que o "fogo" que Prometeu rouba é, na realidade, bem mais do que isso. Simboliza o "Conhecimento". O Conhecimento terá sido, então e segundo a mitologia grega, oferecido aos homens por um deus que pagou caro o seu acto altruísta. Querem melhor história sobre virtude e sofrimento do que esta, que no ver de uma criança com um dúzia de anos tem até um herói maltratado por causa do seu próprio acto heróico? Fechando este parêntese, bem mais longo do que eu esperava que fosse, gostaria apenas de referir que, neste período, em que o teatro está ainda na sua infância, surge, igualmente, a Comédia Grega, que teve Aristófanes (445 a 386 a.C. aprox.) como principal baluarte.



Fig. 4 - Samuel Beckett

Depois destes primeiros dramaturgos da antiguidade clássica, aos quais se devem, ainda juntar os nomes dos romanos Plauto, Séneca, Plutarco e Terêncio, muitos outros surgiram ao longo da História do Teatro. Shakespeare, Molière, Beaumarchais, Lope de Vega, Vitor Hugo, Henrik Ibsen, Oscar Wilde, Chekov, W. B. Yeats, Pirandello, T. S. Eliot, Bertolt Brecht, Sartre, Tennessee William, Baudelaire, Samuel Beckett, Sam Shepard e muitos, muitos outros, dão um colorido magnífico a esta arte milenar.



Fig. 5 - Teatro Nacional D. Maria II

## EM PORTUGAL

Embora seja pacífico afirmar que Gil Vicente (1465 a 1536 aprox.) é o pai do teatro em Portugal, será extremamente redutor afirmar que não existiam, antes dele, manifestações dramáticas no nosso país. É que, por toda a Europa, durante a Idade Média, deambulavam jograis, goliardos e trovadores que contavam/cantavam episódios burlescos e romances de cavalaria. E o que dizer, então, dos rituais profanos e (sobretudo) religiosos, que um pouco por todo, enchiam praças, igrejas e festas populares? As mais antigas manifestações dramáticas que foram algum dia relatadas como lusitanas, remontam ao séc. XIII. Tratavam-se de arremedilhos, que consistiam em representações bastante lineares e simples, nas quais os jograis misturavam mímica e declamação para tornar mais atraente as fábulas que contavam. O que não havia em Portugal, até Gil Vicente, era o conceito de textos escritos para teatro, pelo que é a ele que se deve a introdução de uma vertente que se pode chamar de artístico-literária e, portanto, da criação do teatro na sua plenitude. Menéndez Pelayo disse dele que “não houve quem o excedesse na Europa do seu tempo”.

Falar do teatro em Portugal, sem falar de Gil Vicente é tão grave como fazê-lo sem referir um dos maiores vultos portugueses dessa arte e da nossa literatura: Almeida Garrett (1799 a 1854), a quem devemos um magnífico “Frei Luís de Sousa” (que foi considerada a peça mais importante do teatro romântico) e a edificação do Teatro Nacional D. Maria II (a 13 de Abril de 1846), bem como uma verdadeira revolução cultural que ultrapassou largamente o seu tempo.

Além destes dois nomes maiores, muitos outros se lhes podem juntar, como por exemplo os de Raul Brandão, Almada Negreiros, Mário de Sá-Carneiro, Fernando Pessoa, Eça de Queirós, Júlio Dantas, José Régio, Alves Redol, Bernardo Santareno, José Cardoso Pires, Luís de Sttau Monteiro, Natália Correia, apenas para referir alguns, muitos deles relacionados, como poderá constatar, com a literatura e a poesia.



Fig. 6 - Gil Vicente

## EU E O TEATRO

Demasiado novo para sentir o perfume revolucionário dos cravos de Abril, ainda mal andava aquando da criação de muitas das companhias de teatro em Portugal nos anos setenta do século XX. Companhias de referência, que acabei por conhecer mais tarde, obviamente sempre como espectador, porque tirando algumas experiências mais ou menos isoladas durante a minha adolescência, nunca fiz parte activa, quer como criador, quer como actor, quer como técnico, de qualquer etapa na arte dramática que acontece em palco. Nessa altura, dizia eu, nasceram algumas companhias e dinamizaram-se vários grupos já existentes. Entre uns e outros, contam-se os Teatros Experimentais do Porto e de Cascais, o Teatro da Cornucópia, A Barraca, o Grupo 4, o Teatro-Estúdio de Lisboa, a Comuna, a Casa da Comédia, a Seiva Trupe, o Grupo de Campolide, O Bando e muitos outros... Tive a sorte de conhecer pessoalmente, a posteriori alguns intervenientes nesse autêntico germinar de novas tendências e cerrar fileiras de vontades. Troquei experiências, ouvi muitas histórias e, sobretudo, aprendi bastante. Dos anos noventa, guardo



Fig. 7 - Almeida Garrett

com alguma nostalgia a memória dos tempos em que andava na Faculdade, há uns nove ou dez anos, e em que me “perdi” noites a fio pelas ruas de Almada e de Cacilhas, assistindo de primeira fila a um pulsar de sangue novo. Era o Grupo de Teatro O Olho, que organizava o Festival X, no Ginjal, e que tinha uma forma de dialogar com o público muito interactiva; era o Teatro Extremo, que estava a dar os primeiros passos e que um pouco mais tarde viria a organizar o Festival Sementes, uma mostra de teatro para o público mais novo; era o Grupo de Teatro O Útero e uma série de projectos que se espalhavam um pouco por toda a Margem Sul do Tejo e lhe davam uma vida sui generis que nos estimulava o espírito. Recordo-me, igualmente, da primeira vez que vi o grupo espanhol La Fura Dels Baus. Assisti mais vezes a performances deles, mas a primeira, se não estivermos à espera do que vamos encontrar, é muito, digamos... pungente...! Nessa altura ia muitas vezes ao teatro. Hoje continuo a ir, embora tenha menos tempo e, por isso, vá bastante menos. Mas no momento em que entro numa sala para ver uma peça, sinto que se me está a abrir uma porta para um novo mundo. Um mundo mágico com o qual posso interagir de imediato e que sente a minha interacção com ele. Esse mundo especial está à nossa espera um pouco por todo o país. Assim queiramos nós aderir à magia.



Fig. 8 - Espectaculo de La Fura Dels Baus



# CONCURSO DE FOTOGRAFIA

NO ÂMBITO DA REALIZAÇÃO DO I ENCONTRO NACIONAL DOS ENGENHEIROS TÉCNICOS DO AMBIENTE, A ANET – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS ENGENHEIROS TÉCNICOS E A DIREÇÃO DO COLÉGIO DE ENGENHARIA DO AMBIENTE ORGANIZARAM O 1.º CONCURSO DE FOTOGRAFIA SOBRE O TEMA "USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NATURAIS"...

O júri, presidido pelo Engenheiro Técnico Luís Pico Adão, Presidente do Colégio da Especialidade de Engenharia do Ambiente, foi constituído:

pelo artista plástico João André, sócio da Sociedade Nacional de Belas Artes, onde frequentou os cursos de Pintura e Temas de Estética e Teorias da Arte Contemporânea, que desde 1984, conta com diversos prémios, exposições individuais, estando representado na Presidência da República, Secretaria de Estado da Juventude, Instituto Português da Juventude, Câmara Municipal de Santarém, Rotary Club e colecções privadas portuguesas e no estrangeiro, estando também Referenciado no Guia de Arte;

contou ainda com a participação de Miguel Ângelo Lourenço de Passos Lima, licenciado em Design Gráfico, pela Escola Superior de Arte e Design, Director Criativo de uma conceituada empresa de soluções de imagem.

De entre os trabalhos admitidos a concurso e expostos no Átrio do Auditório da ANET, o júri decidiu atribuir os seguintes prémios:

**1º Prémio**

AGRICULTURA BIOLÓGICA,  
AMOR TELÚRICO  
IDANHA-A-NOVA  
MARIA LUÍSA BARREIROS



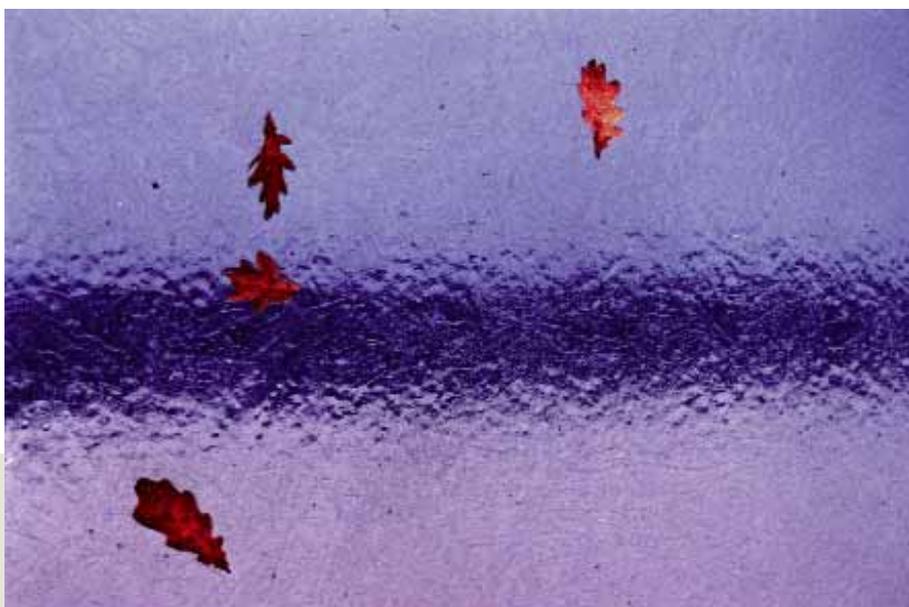
**2º Prémio**

MOINHO XXI  
SERRA DO CARAMULO  
RICARDO JOSÉ DIAS



**3º Prémio**

SAL ARTESANAL  
RIA DE AVEIRO  
MANUEL ANTÓNIO CRUZ



Mereceu a atribuição de  
uma **Menção Honrosa**  
TOM DE AZUL  
JOSÉ LUÍS MENDES

# ANET

Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos

associação de direito público - D.L. 349/99

## Dos estatutos

### Denominação, natureza e sede

A ANET - Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos, é a associação pública representativa dos detentores de bacharelato em Engenharia, ou formação legalmente equiparada, que exercem a profissão de engenheiro técnico.

### Atribuições

Conceder o título de engenheiro técnico;

Zelar pela função social, dignidade e prestígio da profissão de engenheiro técnico, promovendo a valorização profissional e científica dos seus associados e a defesa e o respeito pelos respectivos princípios deontológicos;

Fazer respeitar o código deontológico e exercer jurisdição disciplinar sobre todos os engenheiros técnicos que exerçam a profissão no território nacional.

### Inscrição

A atribuição do título, o seu uso e o exercício da profissão de engenheiro técnico dependem de inscrição como membro efectivo da Associação

### Responsabilidade disciplinar

Os engenheiros técnicos estão sujeitos à jurisdição disciplinar dos órgãos da Associação, nos termos previstos no presente Estatuto e nos respectivos regulamentos;

Comete infração disciplinar o engenheiro técnico que, por acção ou omissão, violar dolosa ou negligentemente alguns dos deveres fixados neste Estatuto e nos respectivos regulamentos.

#### Sede

Praça Dom João da Câmara, 19  
1200-147 • Lisboa  
Telef. 213 256 327 / 328  
Fax. 213 256 334  
cdn@anet.pt

#### Região Açores

Av. Infante Dom Henrique, 47 - 2.º  
9500-150 • Ponta Delgada  
Telef. 296 286 050  
Fax. 296 281 846  
sracores@anet.pt

#### Região Centro

R. Infante Dom Henrique, 20  
3000-220 • Coimbra  
Telef. 239 851 310  
Fax. 239 851 319  
srcentro@anet.pt

#### Região Madeira

Calçada São Lourenço,  
3 - 3.º Direito  
9000-061 • Funchal  
Telef. 291 238 596  
Fax. 291 234 605  
srmadeira@anet.pt

#### Região Norte

Rua Pereira Reis, n.º 429  
4200-448 • Porto  
Telef. 223 395 030  
Fax. 223 395 039  
smorte@anet.pt

#### Região Sul

Pç. Dom João da Câmara,  
19 - 1.º Esquerdo  
1200-147 • Lisboa  
Telef. 213 420 239 / 241  
Fax. 213 420 209  
srsul@anet.pt



# ÉTICA E DEONTOLOGIA

Manual de Formação

CARLOS CARAPETO  
FÁTIMA FONSECA

O Instituto Superior de Educação e Ciências (ISEC), através do Gabinete de Formação ao Longo da Vida, promove cursos de formação destinados aos Arquitectos, Engenheiros e Engenheiros Técnicos.

Estes cursos, organizados no âmbito do protocolo de cooperação entre o ISEC, o Sindicato Nacional de Engenheiros (SNE) e a Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos (ANET), visam proporcionar formação de elevada qualidade, acreditada pela ANET.

Todos os cursos estão estruturados de acordo com o Sistema Europeu de Transferência de Créditos (ECTS), permitindo a acumulação dos créditos obtidos para a prossecução de estudos.

Os sócios do SNE e seus familiares beneficiarão de condições especiais no valor das propinas.

Cursos que irão funcionar:

- **CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE REDES PÚBLICAS DE ÁGUA E DRENAGEM** (30h)
- **CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE REDES PÚBLICAS DE ÁGUA E DRENAGEM EM EDIFÍCIOS** (30h)
- **INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS** (30h)
- **PROJECTISTA DE GÁS** (66h)
- **ACÚSTICA EM EDIFÍCIOS** (15h)
- **HUMIDADES PELAS COBERTURAS DE EDIFÍCIOS** (15h)
- **REGULAMENTO TÉRMICO** (25h)
- **SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO** (32h)
- **LAJES FUNGIFORMES** (16h)



Núcleo de Marketing e Negócios

### PÓS-GRADUAÇÃO EM NEGÓCIO IMOBILIÁRIO (243h)

O Negócio Imobiliário, pelas suas características específicas, tem de ser estruturado de uma forma particular, diferente da maior parte dos negócios, uma vez que o "produto" tem características diferentes da maior parte dos produtos, por um lado, mas destina-se a uma população universal. Estruturámos este curso a pensar nisto. E por isso concentrámos a nossa atenção nos aspectos ligados ao Negócio Imobiliário:

- Nos fundamentos da economia do direito e da fiscalidade subjacentes a este negócio;
- No valor e na forma de o estimar ou avaliar;
- Nos instrumentos e técnicas de marketing para o conceber e testar;
- Nos instrumentos financeiros e técnicas próprias para o desenvolver;
- Nas técnicas de adaptação ao seu mercado de absorção;
- Nas formas mais apropriadas para o promover e comercializar, conceber e testar (na forma como o consumidor vai "consumir" o "produto imobiliário");
- **Na estruturação de negócios imobiliários tendo em vista as oportunidades oferecidas pelo NRAU.**

Ou seja, o curso foi estruturado para permitir obter os conhecimentos e as ferramentas para a Montagem e Estruturação de um Negócio Imobiliário.

### CURSO DE AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA (40h)

O curso foi estruturado para permitir complementar os conhecimentos adquiridos no Curso de Avaliação Imobiliária e consiste no aprofundar as ferramentas para a Avaliação de Propriedades Imobiliárias de características especiais. Poderá ainda ser frequentado por profissionais com conhecimentos de avaliação imobiliária.

O ISEC ao criar o Curso de Avaliação Imobiliária pretende contribuir para a profissionalização deste sector e para a complementação de conhecimentos de agentes envolvidos no processo de negócio imobiliário.

### CURSO AVANÇADO DE AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA (40h)

O curso foi estruturado para permitir complementar os conhecimentos adquiridos no Curso de Avaliação Imobiliária e consiste no aprofundar as ferramentas para a Avaliação de Propriedades Imobiliárias de características especiais. Poderá ainda ser frequentado por profissionais com conhecimentos de avaliação imobiliária.

CIÊNCIAS  
AERONÁUTICAS



SEGURANÇA E HIGIENE  
DO TRABALHO



CIÊNCIAS  
DA EDUCAÇÃO



DESIGN  
E ARTES GRÁFICAS



PROTECÇÃO  
CIVIL

