II Série | Número 147 | 3€
MAIO / JUNHO 2015

INGENIUM

Diretor **Carlos Matias Ramos** | Diretor-adjunto **José Manuel Pereira Vieira**

A ENGENHARIA PORTUGUESA EM REVISTA

ANO INTERNACIONAL DA LUZ 2015

ENTREVISTA p.48

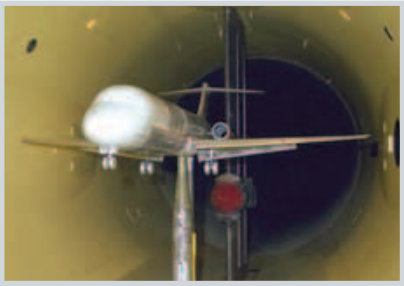
CARLOS FIOLHAIS
COORDENADOR NACIONAL
DO ANO INTERNACIONAL DA LUZ

"A promoção das técnicas associadas à luz seria impossível sem os engenheiros"

HISTÓRIA p.100

**25 ANOS DEPOIS.
MANIFESTO PARA A CIÊNCIA
EM PORTUGAL, DE JOSÉ MARIANO GAGO**

CRÓNICA p.102



**O PASSE DE MÁGICA
DAS DIMENSÕES**

OE+AcCEdE®

Acreditação da Formação Contínua para Engenheiros
Accreditation of Continuing Education for Engineers

CANDIDATURAS ATÉ 15 DE SETEMBRO

O Sistema OE+**AcCEdE** foi desenvolvido pela Ordem dos Engenheiros com o objetivo de garantir a qualidade da oferta formativa destinada aos engenheiros, através da acreditação de **ações de formação contínua** e de **entidades promotoras**.

Saiba tudo em **www.ordemengenheiros.pt**

The System OE+**AcCEdE** *was developed by the Portuguese Engineers Association* (Ordem dos Engenheiros) *with the aim of ensuring the quality of the training on offer being provided for engineers, through the accreditation of continuing education programmes and training institutions.*

ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

AO SERVIÇO DA COMPETITIVIDADE
E DA INTERNACIONALIZAÇÃO DA ENGENHARIA

Portuguese Engineers Association

Gabinete de Qualificação – *Qualification Department*
Av. António Augusto de Aguiar, 3D
1069-030 Lisboa

formacao.continua@ordemdosengenheiros.pt
T. (+ 351) 213 132 653
F. (+351) 213 132 656

SUMÁRIO

5 **EDITORIAL**
HÁ ENGENHARIA NA LUZ!

6 **NOTÍCIAS**

10 **REGIÕES**

21 **TEMA DE CAPA: ANO INTERNACIONAL DA LUZ 2015**

22 2015 Ano Internacional da Luz. A luz como ferramenta de Engenharia

26 A fotónica como motor de desenvolvimento económico e social do século XXI

30 Diálogos de sombra e de luz

34 Tecnologias da luz 2015

36 Radiação UV no tratamento avançado da água

38 Gotas de cristal líquido

42 Espectroscopia: para além do que os nossos olhos veem

44 A função da luz natural no edificado

46 Luminotecnia e boas práticas

48 **ENTREVISTA**
CARLOS FIOLHAIS,
Coordenador Nacional do Ano Internacional da Luz
"A promoção das técnicas associadas à luz seria impossível sem os engenheiros"

ESTUDO DE CASO

54 Fotogrametria e laser scanning – como modelar o Mundo através da luz

58 Produção de microalgas – uma outra forma de utilizar a luz solar

62 Células fotovoltaicas poliméricas

66 **COLÉGIOS**

COMUNICAÇÃO

90 **ENG. QUÍMICA E BIOLÓGICA**
Zeólitos hierárquicos: de curiosidade laboratorial à próxima geração de catalisadores industriais

94 **ENG. ELETROTÉCNICA**
Ventilação adequada dos postos de transformação: aumentar ou reduzir as aberturas?

97 **AÇÃO DISCIPLINAR**

98 **LEGISLAÇÃO**

100 **HISTÓRIA**
25 anos depois. Manifesto para a Ciência em Portugal, de José Mariano Gago

102 **CRÓNICA**
O passe de mágica das dimensões

105 **EM MEMÓRIA**

106 **AGENDA**

NOTA DA REDAÇÃO
Imagem da capa – logótipo oficial das comemorações do Ano Internacional da Luz, concebido pela UNESCO.

INGENIUM
II SÉRIE N.º 147 – MAIO / JUNHO 2015

Propriedade **Ingenium Edições, Lda.**
Diretor **Carlos Matias Ramos**
Diretor-adjunto **José Manuel Pereira Vieira**

Conselho Editorial
João Catarino dos Santos, Jorge Marçal Liça, Gonçalo Perestrelo, Teresa Burguete, João Gomes, Tiago Rosado Santos, Maria João Henriques, Pedro Castro Rego, António Sousa Macedo, Luís Gil, Vítor Manuel dos Santos, João Tiago de Almeida, Pedro Mêda Magalhães, António Martins Canas, António Liberal Ferreira, Pedro Jardim Fernandes, Paulo Botelho Moniz.

Editora **Ingenium Edições, Lda.**
Redação e Produção **Gabinete de Comunicação da Ordem dos Engenheiros**
gabinete.comunicacao@ordemdosengenheiros.pt

Sede Av. António Augusto de Aguiar, 3 D – 1069-030 Lisboa
Tel. 21 313 26 00 • Fax 21 352 46 30
Região Norte Rua Rodrigues Sampaio, 123 – 4000-425 Porto
Tel. 22 207 13 00 • Fax 22 200 28 76
Região Centro Rua Antero de Quental, 107 – 3000-032 Coimbra
Tel. 239 855 190 • Fax 239 823 267
Região Sul Av. António Augusto de Aguiar, 3 D – 1069-030 Lisboa
Tel. 21 313 26 00 • Fax 21 313 26 90
Sec. Reg. Açores Largo de Camões, 23 – 9500-304 Ponta Delgada
Tel. 296 628 018 • Fax 296 628 019

Sec. Reg. Madeira Rua Visconde Anadia, n.º 19,
Edifício Anadia, 3.º andar, sala S – 9050-020 Funchal
Tel. 291 742 502 • Fax 291 743 479

Coordenação Geral **Marta Parrado**
Redação **Nuno Miguel Tomás** (CPJ 6152)
Ligação aos Colégios **Alice Freitas**
Publicidade e Marketing **Dolores Pereira**
Conceção Gráfica e Paginação **Ricardo Caiado**
Impressão **Lisgráfica, Impressão e Artes Gráficas, SA**

Publicação **Bimestral** • Tiragem **49.500 exemplares**
Registo no ICS n.º 105659 • NIPC 504 238 175 • API 4074
Depósito Legal n.º 2679/86 • ISSN 0870-5968

ORDEM DOS ENGENHEIROS

Bastonário Carlos Matias Ramos
Vice-presidentes Nacionais José Manuel Pereira Vieira, Carlos Alberto Loureiro

CONSELHO DIRETIVO NACIONAL
Carlos Matias Ramos (Bastonário), José Manuel Pereira Vieira e Carlos Alberto Loureiro (Vice-presidentes Nacionais), Fernando de Almeida Santos (Presidente CDRN), Carlos Neves (Secretário CDRN), Octávio Borges Alexandrino (Presidente CDRC), António Ferreira Tavares (Secretário CDRC), Carlos Mineiro Aires (Presidente CDRS), Maria Helena Kol (Secretária CDRS).

CONSELHO DE ADMISSÃO E QUALIFICAÇÃO
Fernando Seabra Santos e Luis Manuel de Oliveira Martins (Civil), Fernando Maciel Barbosa e Pedro da Silva Girão (Eletrotécnica), José António Pacheco e Manuel Gameiro da Silva (Mecânica), Paulo Caetano e Júlio Ferreira e Silva (Geológica e de Minas), Jorge da Silva Mariano e Clemente Pedro Nunes (Química e Biológica), Carlos Soares e Óscar Mota (Naval), José Pereira Gonçalves e João Agria Torres (Geográfica), António Fernandes e Raul Jorge (Agronómica), Pedro Ochôa de Carvalho e José Manuel dos Santos Ferreira de Castro (Florestal), Rui Vieira de Castro e Rogério Cordeiro Colaço (Materiais), Gabriel Torcato David e Pedro Veiga (Informática), António Guerreiro de Brito e Fernando Santana (Ambiente).

PRESIDENTES DOS CONSELHOS NACIONAIS DE COLÉGIOS
Cristina Machado (Civil), António Machado e Moura (Eletrotécnica), Rui de Brito (Mecânica), Carlos Caxaria (Geológica e de Minas), Luís Araújo (Química e Biológica), Bento Manuel Domingues (Naval), Maria Teresa Sá Pereira (Geográfica), Pedro Castro Rego (Agronómica), António Sousa de Macedo (Florestal), António Correia (Materiais), Luís Amaral (Informática), Luís Marinheiro (Ambiente).

REGIÃO NORTE
Conselho Diretivo Fernando de Almeida Santos (Presidente), Carlos Alves (Vice-presidente), Carlos Neves (Secretário), Pedro Mêda Magalhães (Tesoureiro).
Vogais Carlos Moura Teixeira, José Lima Freitas e Ricardo Magalhães Machado.

REGIÃO CENTRO
Conselho Diretivo Octávio Borges Alexandrino (Presidente), António Canas (Vice-presidente), António Ferreira Tavares (Secretário), Maria da Graça Rasteiro (Tesoureira).
Vogais Elisa Domingues Almeida, Álvaro Ribeiro Saraiva e Fernando Pinto Garcia.

REGIÃO SUL
Conselho Diretivo Carlos Mineiro Aires (Presidente), António Liberal Ferreira (Vice-presidente), Maria Helena Kol (Secretária), Arnaldo Pêgo (Tesoureiro).
Vogais Luís Cameira Ferreira, José Manuel Sardinha e Fernando Mouzinho.

SECÇÃO REGIONAL DOS AÇORES
Conselho Diretivo Manuel Carvalho Cansado (Presidente), Manuel Cordeiro (Secretário), Manuel Gil Lobão (Tesoureiro).
Vogais Vítor Corrêa Mendes e Humberto Melo.

SECÇÃO REGIONAL DA MADEIRA
Conselho Diretivo Pedro Jardim Fernandes (Presidente), Rui Velosa (Secretário), Nélia Sousa (Tesoureira).
Vogais José Branco e Amílcar Gonçalves.

SIEMENS

Está na altura da tua ideia sair do papel e ganhar asas.

Prémio Nova Geração | 15 – Apoio Institucional Ordem dos Engenheiros

O Prémio Nova Geração |15 é um concurso de ideias inovadoras que visa distinguir as melhores propostas para o **Futuro da Indústria**, em parceria com várias escolas técnico-profissionais e de ensino superior, a nível nacional.

Este desafio resulta do projeto "Engenharia *Made In* Portugal", estabelecido entre a Siemens e o Estado Português, através da disponibilização de *software* e *hardware* da marca nas escolas parceiras.

Sobre o tema **"Ideias para a modernização da Indústria Portuguesa"**, o Prémio Nova Geração, edição de 2015, vai reconhecer alunos, professores e escolas com prémios aliciantes.

Põe as tuas ideias em prática! Consulta o site, inscreve o teu projeto e prepara-te para altos voos, contribuindo para um Portugal mais competitivo.

Prémio Nova Geração |15
Novas ideias. Para uma nova geração.

Prémio Nova Geração |15

ORDEM DOS ENGENHEIROS

www.siemens.pt/premionovageracao

HÁ ENGENHARIA NA LUZ!

CARLOS MATIAS RAMOS
Diretor

É através da luz que comunicamos, que nos vemos e que conhecemos o nosso lugar no Universo.

O Ano Internacional da Luz, que está a ser celebrado ao longo de 2015, resulta de uma iniciativa mundial que tem por objetivo realçar a importância da luz e das suas aplicações na vida dos cidadãos, celebração que contempla o pensamento e as descobertas sobre a luz ao longo da história da Humanidade. Tem igualmente como objetivo divulgar as variadas tecnologias que têm por base essas descobertas, evidenciando o seu impacto na nossa vida quotidiana.

Esta Ano foi proclamado pelas Nações Unidas, tendo por foco a ciência ótica e as suas aplicações, em particular na divulgação das tecnologias associadas à luz, que têm contribuído, de forma determinante e transversal, para o contínuo desenvolvimento de soluções inovadoras nas áreas da energia, educação, agricultura, comunicações e saúde, em suma, como fator de melhoria da nossa qualidade de vida.

É através da luz que comunicamos, que nos vemos e que conhecemos o nosso lugar no Universo.

Todos temos consciência, por exemplo, da revolução tecnológica nas áreas da medicina, de que a imagiologia, como meio de diagnóstico, é talvez a parte mais visível, em resultado das aplicações dos conhecimentos produzidos de forma continuada e dos desenvolvimentos científicos com base nesta disciplina.

Soluções inovadoras no ramo da fotónica estão a ser orientadas, como refere António Gonçalves da Silva mais adiante, para a geração e utilização eficiente de energia, no envelhecimento saudável, nas mudanças climáticas e também na segurança.

Sendo impossível enumerar os inúmeros desenvolvimentos associados à ciência ótica e às suas aplicações, permito-me, no entanto, evidenciar o papel da Mecânica Quântica, que nos "deu os *lasers*", com infinitas aplicações, designadamente na Medicina e na Engenharia.

A Ordem dos Engenheiros associou-se a esta iniciativa, promovendo palestras e dedicando-lhe o tema de capa desta edição da sua revista, a "INGENIUM".

Destaco neste número os artigos elaborados com enorme entusiasmo por autores de referência no domínio das ciências e da Engenharia em Portugal, assim como a entrevista concedida pelo Professor Carlos Fiolhais, Professor Catedrático do Departamento de Física da Universidade de Coimbra e Coordenador Nacional do Ano Internacional da Luz.

Nesta entrevista, em que é salientado que "o saber é e sempre foi poder", perpassa a mensagem da relevância desse saber, que tem definido o desenvolvimento económico e social dos países, distinguindo os que apostam na Ciência e que, em consequência, estão na vanguarda desse desenvolvimento.

Permito-me sublinhar os conceitos referidos na entrevista de que "a Ciência e a Tecnologia são libertadoras, porque podem conduzir a maior bem-estar da Humanidade" e que "não há tecnologias nem uso de tecnologias sem a ação dos engenheiros. São eles sempre que fazem a ponte entre os avanços da Ciência e a utilização pela Sociedade desses avanços".

Menciono, igualmente, o artigo da Professora Teresa Peña, Presidente da Sociedade Portuguesa de Física, no qual refere que "se o que é luz, a sua origem, composição, e processamento pelo cérebro humano, tem sido um problema central na história do pensamento humano, da ciência e da filosofia, por outro lado, a manipulação da luz é uma solução que encontra sempre um problema, na Engenharia, na arte, nas comunicações, na medicina, na agricultura, na investigação histórica, na preservação do património".

Porque uma das grandes preocupações da Ordem dos Engenheiros é a dignificação e a promoção do exercício profissional da Engenharia, que neste caso específico passa pela defesa e valorização das boas práticas na técnica, na arte e na ciência da iluminação, saliento o papel nessa área desempenhado pela Especialização em Luminotecnia. ING

ESTATUTO DA ORDEM DOS ENGENHEIROS
AGUARDA VOTAÇÃO NA ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA

A proposta de Estatuto da Ordem dos Engenheiros (Proposta de Lei n.º 301/XII), que substituirá o Decreto-Lei n.º 119/92, de 30 de junho, conheceu recentemente a sua redação final, tendo sido ultimada pela Comissão de Segurança Social e Trabalho da Assembleia da República, após a incorporação de algumas das muitas propostas e retificações sugeridas por esta Associação Profissional.

O documento encontra-se, à data de fecho desta edição da INGENIUM, a aguardar agendamento para votação final em sede de Plenário da Assembleia da República.

› **Consulte o texto final no sítio do Parlamento na internet.**

ATOS DE ENGENHARIA, POR ESPECIALIDADE, DA ORDEM DOS ENGENHEIROS
DOCUMENTO APROVADO EM CONSELHO DIRETIVO NACIONAL

Os Atos de Engenharia por Especialidade foram finalizados e aprovados em sede de reunião do Conselho Diretivo Nacional da Ordem dos Engenheiros, realizada em 16 de junho de 2015, tendo obtido o assentimento da maioria dos membros da Assembleia de Representantes. Transcreve-se seguidamente o conteúdo do Preâmbulo do documento que reúne os Atos de Engenharia.

"Embora anteriormente tivessem sido organizadas diversas comissões ou grupos de trabalho com vista à elaboração dos atos profissionais dos engenheiros e se tivessem registado iniciativas próprias de alguns Colégios, os trabalhos de elaboração dos atos de engenharia abrangendo os 12 Colégios de Especialidade, organizados de uma forma estruturada, sistematizada e coordenada e com exercício de contraditório entre Colégios, iniciaram-se no âmbito do Conselho Coordenador dos Colégios a partir de 2004, sendo que a dimensão dos trabalhos obrigou a que, para o efeito, no seio de diversos colégios, tivessem sido criados grupos de trabalho próprios.

Por outro lado, a complexa e democrática estrutura da Ordem dos Engenheiros obrigou sempre à necessidade de serem realizadas revisões sucessivas no âmbito de cada Colégio de Especialidade (Conselhos Regionais de Colégio e Conselhos Nacionais de Colégio), sendo que, após a sua aprovação no seio do Conselho Nacional do Colégio, antecedida de muito trabalho e debate, as propostas eram levadas ao Conselho Coordenador de Colégios para efeitos de exercício de contraditório com cruzamento de atos com os restantes Colégios, metodologia que, por diversas ocasiões, levou a que as propostas tivessem de voltar ao respetivo Colégio de Especialidade, para reavaliação e introdução de alterações ou aditamentos.

Entretanto, com a adoção em Portugal do chamado "Processo de Bolonha" através, nomeadamente do Decreto-Lei n.º 74/2006, sucessivamente alterado pelos Decretos-Lei n.os 107/2008, de 25 de junho, 230/2009, de 14 de setembro, e 115/2013, de 7 de agosto, que o republicou, houve que ter em conta os novos curricula dos cursos superiores de engenharia (licenciaturas e mestrados).

Por outro lado, a acreditação de cursos que a Ordem dos Engenheiros vinha fazendo desde 1995, e que tinha levado à existência de um conjunto de dados de grande utilidade para a elaboração dos atos de engenharia, passou a ser vedada à Ordem dos Engenheiros pelo Decreto-Lei n.º 369/2007, de 5 novembro de 2007.

A implementação do Processo de Bolonha, principalmente a partir de 2008, fez com que os trabalhos de elaboração dos atos de engenharia tivessem de ser novamente revistos, com vista à sua adequação.

Também a publicação da Lei n.º 31/2009, de 3 de julho, e da Portaria n.º 1379/2009, de 30 de outubro, contribuíram para que a elaboração dos atos de engenharia fosse objeto de nova revisão à luz destes instrumentos legislativos e regulamentares.

Também as mudanças periódicas (2007, 2010 e 2013) dos membros eleitos dos órgãos da Ordem, nomeadamente dos membros dos Conselhos Regionais e Nacionais dos Colégios de Especialidade, levou a que novas e sucessivas revisões fossem efetuadas quer no seio dos próprios Colégios de Especialidade, quer do Conselho Coordenador dos Colégios.

Entretanto, já no decorrer de 2014, procedeu -se a um levantamento (o último datava de 2006) dos atos regulamentados (previstos na legislação e regulamentação estadual) passiveis de abrangerem as diversas Especialidades, tendo-se concluído que, apesar de existirem cerca de duas centenas de diplomas (objeto de sucessivas alterações, revisões e aditamentos) que, direta ou indiretamente, tratam de matéria relativa a atos que os Engenheiros podem praticar, existiam Especialidades que, praticamente, não eram abrangidas e outras em que apenas poucos atos estavam previstos.

Por outro lado, mesmo nas Especialidades com grande parte dos atos considerados e contemplados em lei, decreto-lei, decreto regulamentar, portaria ou despacho normativo, verificava-se que não tinham sido considerados muitos dos seus atos, pelo que, se justificava, plenamente, proceder à aprovação e publicação dos atos de engenharia, por especialidade, dos membros da Ordem dos Engenheiros, de modo a que cada membro da Ordem dos Engenheiros (destinatários dos mesmos) possa conhecê-los na sua extensão e limites, bem como a sociedade em geral.

Aliás, julga-se tratar-se de matéria de indiscutível interesse público que virá corresponder a um anseio de diversas entidades e do público em geral, sobre o que faz ou pode fazer um Engenheiro consoante a sua especialidade.

Face ao exposto, o Conselho Diretivo Nacional da Ordem dos Engenheiros (OE) após sucessivas reuniões em que apreciou as diversas propostas que foram sendo apresentadas pelo Conselho Coordenador dos Colégios, deliberou, em reunião de 16 de junho de 2015, tendo em conta o disposto na alínea b) do n.º 2 do artigo 2.º e na alínea z) do n.º 3 do artigo 24.º do Estatuto da Ordem dos Engenheiros, aprovado pelo Decreto -Lei n.º 119/92, de 30 de junho, e obtido o assentimento da maioria dos membros da Assembleia de Representantes, aprovar e mandar publicar o Regulamento de Atos de Engenharia por Especialidade, dos membros da Ordem dos Engenheiros."

À data de fecho da presente edição da revista, aguarda-se a publicação dos Atos de Engenharia no "Diário da República".

› **Em breve informações desenvolvidas no Portal do Engenheiro, em** www.ordemengenheiros.pt

DECRETOS N.º 333/XII E N.º 334/XII

PROMULGAÇÃO POR PRESIDENTE DA REPÚBLICA E AUDIÊNCIA COM PROVEDOR DE JUSTIÇA

Os Decretos n.º 333/XII e n.º 334/XII, agora Leis n.º 41/2015 e 40/2015, respetivamente, foram promulgados pelo Presidente da República e publicados em Diário da República no início do mês de junho.

A Ordem dos Engenheiros (OE), para além da petição pública que lançou em defesa do exercício da profissão de engenheiro e a apelar ao Presidente da República para usar o direito de veto que possui sobre as leis, decidiu, face a esta realidade, emitir declarações aos seus Membros que, embora abrangidos pelas novas disposições legais, se encontram defendidos pelo Direito Comunitário (consultar pareceres jurídicos solicitados pela OE e disponibilizados no seu Portal).

Tais declarações confirmam que os engenheiros em causa reúnem as condições previstas na Diretiva n.º 2005/36/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, e que, por essa razão, podem "invocar o mencionado direito adquirido a elaborar e subscrever projetos de arquitetura, junto de quaisquer tribunais e autoridades administrativas, em Portugal e nos restantes Estados-membros da União Europeia." A OE disponibilizará apoio jurídico aos Membros que vejam recusada a aceitação da referida declaração por parte de qualquer instituição licenciadora.

A OE decidiu, igualmente, recorrer ao Provedor de Justiça, no sentido de expor a situação, resultante da inadequação da Legislação Portuguesa ao Direito Comunitário, tendo o Bastonário sido recebido em audiência no dia 29 de junho. •

ORDEM DOS ENGENHEIROS

feani

2015 LISBON BUSINESS MEETINGS

FEANI 2015 *LISBON BUSINESS MEETINGS*

8 A 10 DE OUTUBRO, LISBOA – INSCRIÇÕES ABERTAS

A FEANI – Federação Europeia das Associações Nacionais de Engenharia realiza este ano a sua reunião anual em Lisboa. Esta Federação é presidida desde outubro de 2014, e pela primeira vez, por um português, o Eng. José Vieira, Vice-presidente Nacional da Ordem dos Engenheiros.

O programa de atividades é composto por reuniões da Direção Executiva, reuniões dos diferentes comités da FEANI, por um Fórum dos Membros Nacionais e pela Assembleia Geral da Federação.

2015 surge ainda com duas novidades nestes encontros já emblemáticos da Federação: a FEANI Conference, dedicada ao tema geral "*Lisbon Strategy: Engineering the Future*", e o *EYEF-European Young Engineers Forum*, recentemente criado e que inicia a sua atividade de forma mais expressiva no âmbito da *FEANI Annual Business Meetings* em Lisboa. Ambas as realizações estão abertas a participação pública.

A FEANI, com sede em Bruxelas, integra Associações Nacionais de Engenharia de 36 países europeus, numa representação que ultrapassa os 4 milhões de engenheiros.

› **Consulte o Programa e registe-se em** www.feanilisbon2015.eu/en

OE+AcCEdE®

Acreditação da Formação Contínua para Engenheiros
Accreditation of Continuing Education for Engineers

CANDIDATURAS ATÉ 15 DE SETEMBRO

As candidaturas ao Sistema de Acreditação da Formação Contínua para Engenheiros (OE+AcCEdE), criado em 2014 pela Ordem dos Engenheiros (OE) com o objetivo de garantir a qualidade da oferta formativa ao longo da vida destinada aos seus Membros, decorrem até ao próximo dia 15 de setembro.

As entidades promotoras que pretendam ser acreditadas através deste Sistema ou ver as suas ações de formação reconhecidas à luz do OE+AcCEdE, devem contactar a Ordem através do endereço eletrónico formacao.continua@ordemdosengenheiros.pt

Conheça os cursos com início previsto para o segundo semestre de 2015 e todas as restantes informações sobre o Sistema em www.ordemengenheiros.pt •

OE ESTABELECE PROTOCOLOS DE COOPERAÇÃO COM INSTITUIÇÕES ACADÉMICAS

Tendo por objetivo o desenvolvimento de um ensino de qualidade e da prática da Engenharia portuguesa, numa atuação conjunta com vista ao reconhecimento do exercício da profissão de engenheiro, a Ordem dos Engenheiros tem vindo a firmar protocolos de cooperação com várias instituições académicas do País, numa tentativa de maior simbiose entre o conhecimento académico e a prática profissional.

Nesta conformidade, foi estabelecido, nos últimos meses, entendimento com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o Instituto Superior Técnico, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, o Instituto Superior de Agronomia e com a Universidade da Madeira.

Os acordos preveem, igualmente, a colaboração ao nível da Formação, da Qualificação e do Conhecimento nas áreas da Engenharia, enquanto bases imprescindíveis para a qualidade do exercício de uma profissão de interesse público, assim como no desenvolvimento de ações que fomentem a inovação e o empreendedorismo nesta área do saber. •

Assinatura do protocolo com a Universidade da Madeira

ORDEM REESTRUTURA BOLSA DE EMPREGO ELETRÓNICA

Com valores que ultrapassam as 407.600 visitas e as 3.000 ofertas de emprego desde que entrou em atividade, em 10 de janeiro de 2011, a Bolsa de Emprego eletrónica que a Ordem dos Engenheiros desenvolveu no seu Portal na Internet foi reestruturada recentemente com vista a adicionar-lhe funcionalidades e a simplificar a sua utilização.

A apresentação desta nova plataforma decorreu a 8 de julho, numa sessão complementada com a participação e testemunho de Marco Arroz, *Manager* em *Engineering & Technologies* na *Msearch*.

O especialista em recrutamento de engenheiros identificou a indústria, a construção e as *facilities* como as áreas em que existe maior procura de profissionais, dentro e fora do País; bem como as especialidades mais solicitadas pelas organizações: Engenharia e Gestão Industrial, Mecânica, Eletrotécnica, Gestão da Qualidade e Química. "Há muito recrutamento para o exterior, nomeadamente para o Senegal, Moçambique, Camarões, Congo Belga e todo o Magrebe, sobretudo a Argélia. Em África é aqui que, no momento, se concentram as maiores oportunidades". Mas também as há no Médio Oriente, nomeadamente no Dubai.

Quanto a Portugal, Marco Arroz partilha a realidade e a expectativa: "o mercado começou a reacender. Há dois anos vivemos precisamente o contrário. As coisas não estão fantásticas, mas estão a melhorar e assim continuarão".

Esta nova plataforma constituirá um instrumento importante para a procura e oferta de emprego, estando agora exclusivamente acessível aos Membros da Ordem e às empresas previamente avaliadas pela Ordem, explicou João Gens, Coordenador do Gabinete de Relações Internacionais da OE.

Das novas funcionalidades consta a possibilidade de receção de alertas (via correio eletrónico) sempre que surja um novo anúncio relacionado com o perfil do candidato; a realização de pesquisas avançadas orientadas para as especialidades de Engenharia, entre outras.

A sessão foi presidida pelo Bastonário da Ordem, que identificou a internacionalização da economia portuguesa como uma necessidade e mais-valia, só possível porque existem no país áreas, como a Engenharia, que criam valor. •

ESTRATÉGIA E PLANO DE AÇÃO PARA A EMPREGABILIDADE DIGITAL 2015-2020

A Estratégia e o Plano de Ação para a Empregabilidade Digital 2015-2020 foram apresentados a 24 de junho na Fundação Calouste Gulbenkian.

A cerimónia, presidida pelo Ministro da Educação e da Ciência, Prof. Nuno Crato, juntou representantes das 18 entidades (públicas e privadas) que integram a Coligação Portuguesa para a Empregabilidade Digital, entre as quais a Ordem dos Engenheiros.

A estratégia, coordenada pela FCT, define medidas para aumentar a oferta de talento em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), já a partir de 2015, e colmatar a lacuna destes profissionais no mercado laboral atual e futuro. A iniciativa envolve as áreas da Economia, Educação e Emprego, propõe a criação e/ou articulação de instrumentos de politica nacional, públicos e privados, que concorram para preencher os 5.000 postos de trabalho em TIC deixados em aberto em 2015 (15.000 em 2020), numa conjuntura de elevada taxa de desemprego, em particular jovem e qualificado. •

ORDEM DOS ENGENHEIROS E COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES E PUERTOS REÚNEM EM GRANADA

Ao abrigo do protocolo existente entre a Ordem dos Engenheiros e o Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales e Puertos de Espanha (CICCP), firmado com vista a facilitar o processo de reconhecimento dos títulos profissionais dos engenheiros civis inscritos em cada uma das associações profissionais do outro País, teve lugar em Granada, a 17 e 18 de julho, a reunião anual de acompanhamento do acordo.

Na cimeira participaram os mais altos representantes de ambas as instituições, que discutiram os temas de maior relevância no âmbito da cooperação existente entre as duas associações profissionais. •

O DILEMA DO CRESCIMENTO

A AMC – Associação Missão Crescimento reuniu em conferência, nos dias 23 e 24 de junho, na Fundação Calouste Gulbenkian, um grupo de reputados especialistas representantes das áreas da economia, do conhecimento, de vários setores da Sociedade e forças políticas, envolvendo diversas sensibilidades e opiniões, para debater as vias para o crescimento económico de Portugal.

Em representação da Ordem dos Engenheiros intervieram o Bastonário e o Eng. Clemente Pedro Nunes, ambos no painel "Conectividade, Inovação Tecnológica e Competitividade da economia como motor do crescimento", tendo o Bastonário focalizado a sua apresentação nas infraestruturas de transporte, energia e telecomunicações, e o Eng. Clemente Pedro Nunes na relevância do ensino e da inovação na atratividade do investimento.

think tank missão CRESCIMENTO

O DILEMA DO CRESCIMENTO

› **Mais informações em** http://missaocrescimento.com

PRÉMIO NOVA GERAÇÃO | 15

IDEIAS PARA A MODERNIZAÇÃO DA INDÚSTRIA PORTUGUESA CANDIDATURAS ATÉ 30 DE SETEMBRO

O período de candidaturas ao "Prémio Nova Geração |15", um concurso de ideias que visa distinguir e reconhecer as melhores propostas para o Futuro da Indústria, foi prolongado até ao dia 30 de setembro.

Esta iniciativa, que conta com o apoio ativo da Ordem dos Engenheiros, a que se juntam a CIP e a COTEC, é desenvolvida pela Siemens e surge no seguimento do projeto "Engenharia *Made in* Portugal", que tem como objetivo estimular a formação na área da Engenharia.

Através deste projeto foram disponibilizados materiais formativos (kits de automação, licenças de software, assim como a formação dos docentes relativa à utilização dos programas e equipamentos) a diversas instituições de ensino, permitindo aos alunos uma melhor formação prática, que lhes facilita a integração no mercado de trabalho. É com estes equipamentos e nas escolas abrangidas que o "Prémio Nova Geração |15" está a ser promovido. Para participar basta que os alunos desenvolvam projetos que induzam ao crescimento da indústria nacional.

› **Todas as informações em** www.siemens.pt/premionovageracao

PLANO DE POUPANÇA E PENSÕES

A AME – Associação Mutualista dos Engenheiros levou a efeito, no dia 29 de Junho, no restaurante da Ordem dos Engenheiros, um Jantar-debate com o tema "Proposta de Criação de um Plano de Poupança ou Pensões".

A necessidade de construir planos de reforma complementares, suscetíveis de garantir, conjuntamente com as pensões de reforma oficiais, um nível de vida semelhante ao conseguido durante a vida ativa, é um dado adquirido face às limitações impostas pela atual conjuntura económica e pela sustentabilidade da Segurança Social. Esta preocupação levou a AME a enquadrar este tema nos seus objetivos mutualistas há já alguns anos, sendo que a crise financeira veio impor uma acrescida prudência nesta abordagem.

Com a recuperação da confiança e a estabilização dos mercados, a AME considerou oportuno voltar a equacionar as opções que se põem sobre este tema, razão pela qual organizou este debate com a presença do Dr. José Manuel Mendinhos, Presidente do Instituto dos Actuários Portugueses e Presidente da Associação das Empresas Gestoras de Fundos de Pensões e seu representante na European Federation for Retirement Provisions e no Conselho Nacional dos Valores Mobiliários.

As propostas apresentadas e as reflexões dos participantes no debate irão ser trabalhadas no sentido de preparar propostas concretas que possam ser postas à consideração dos engenheiros, em particular dos que se encontram em plena atividade profissional. •

REGIÃO **NORTE**

Sede: PORTO
Rua Rodrigues Sampaio, 123 – 4000-425 Porto
Tel. 222 071 300 – Fax 222 002 876
E-mail geral@oern.pt

Delegações distritais:
BRAGA, BRAGANÇA, VIANA DO CASTELO, VILA REAL

Mais notícias da Região Norte disponíveis em **www.oern.pt**

REGIÃO NORTE DEBATE "TERRITÓRIO E URBANISMO"

"TERRITÓRIO E URBANISMO: O QUE MUDOU?" foi o ponto de partida do debate, promovido pela Região Norte da Ordem dos Engenheiros, sobre os desafios que as novas normais legais imprimem ao nível da gestão territorial. A conferência, decorrida no dia 3 de junho, organizada pelo Colégio Regional Norte de Engenharia Civil com o apoio da Secção Regional Norte da Ordem dos Arquitetos, contou com a presença do Secretário de Estado do Ordenamento do Território e da

Conservação da Natureza, Eng. Miguel Castro Neto, para quem "esta é uma reforma verdadeiramente profunda do que é o ordenamento do território nacional". As alterações à lei de bases gerais da política pública de solos, do ordenamento do território e do urbanismo, surgem no quadro dos objetivos do Governo, atendendo à carência de políticas estáveis nesta área e à necessidade de um desenvolvimento territorial sustentável. Assim, e para abordar estas mudanças e as suas implicações, a conferência contou com a visão jurídica do advogado João Pereira Reis, Sócio da MLGTS & Associados, e a perspetiva técnica da implementação por José Duarte, Diretor de Urbanismo da Câmara Municipal do Porto.
A iniciativa, que registou casa cheia, constituiu um olhar crítico e um momento importante de debate e reflexão, nomeadamente entre os profissionais de Engenharia cujo trabalho será afetado pelas mudanças em causa e cuja ação será essencial para o sucesso desta reforma.

OBRAS DA REGIÃO NORTE DISPONÍVEIS NA FEUP

A CERIMÓNIA DE TRANSFERÊNCIA FÍSICA DO ESPÓLIO DE OBRAS DA REGIÃO NORTE DA ORDEM DOS ENGENHEIROS (OE) para a biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) realizou-se a 20 de maio. São mais de 2.500 obras, de valor assinalável, que agora passam a estar disponíveis naquela biblioteca. Entre as peças raras e de grande valor, do final do século XIX, está uma obra de Gustave Eiffel referente à Exposição Universal de 1867 realizada em Paris.

Composto por livros, monografias, periódicos e outras publicações de natureza técnica, o espólio foi alvo de processos de tratamento químico, limpeza, catalogação, indexação e posterior acondicionamento. Entre as peças disponíveis é ainda possível encontrar as "Obras sobre Mathematica", do reconhecido matemático português Francisco Gomes Teixeira (sete volumes datados entre 1904 e 1915), o "Traité de la Construcion des Ponts", obra de M. Gauthey publicada em 1845, ou o "Manuel de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées", de A. Debauve e cujos fascículos foram publicados entre 1872 e1876.
A cerimónia serviu também para oficializar o acesso ao repositório físico e digital da biblioteca da FEUP, em condições idênticas às que são concedidas aos estudantes, para todos os Membros da Região Norte da OE. Fernando de Almeida Santos, Presidente da Região Norte, foi, aliás, o primeiro Membro a efetuar a requisição de um livro, marcando assim o início do processo.

REFORÇAR A LIGAÇÃO AOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA

MANTENDO UMA DAS SUAS PRINCIPAIS LINHAS DE ATUAÇÃO – a ligação às universidades e aos estudantes de Engenharia –, a Região Norte tem procurado aproximar-se dos futuros engenheiros, discutir novas soluções e desmistificar as ideias negativas que começam a criar-se em torno da Engenharia. Nesse sentido, promoveu o Dia da Ordem dos Engenheiros na Universidade do Minho, a 29 de abril, e na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a 20 de maio. As intervenções procuraram esclarecer o papel da Ordem e a sua intervenção na Sociedade, os procedimentos de admissão e a importância da regulação profissional. Foram também partilhadas experiências pessoais e profissionais.

REGIÃO **NORTE**

COESO – COOPERAÇÃO ENGENHARIA E SOCIEDADE

APRESENTADO NO DIA 19 DE MAIO, NA SEDE REGIONAL, O PROJETO COESO quer colocar a Engenharia no centro da resolução de projetos sociais. O objetivo passa por reforçar a dimensão social da Engenharia através da contribuição especializada de engenheiros de diversas áreas. Podem candidatar-se à Região Norte, para usufruir de programas de intervenção *pro bono*, instituições/projetos de solidariedade social, inovadores e que visem a resolução de problemas sociais, culturais, económicos ou ambientais.

Na cerimónia de apresentação do COESO, o Coordenador do Grupo de Trabalho dos Jovens Engenheiros, Bento Aires, explicou como surgiu o projeto: "queríamos fazer notar a componente social da Engenharia. Fazer sentir à Sociedade que a Engenharia faz parte das nossas vidas e apoiar o crescimento dos projetos de empreendedorismo social com a contribuição técnica e especializada de profissionais de Engenharia das diversas áreas". Bento Aires referiu, ainda, que o COESO permitirá aos Membros da Ordem valorizarem-se pessoal e profissionalmente, explicando que "não esperamos criar emprego, mas facilitar a valorização e diferenciação dos percursos profissionais e pessoais dos engenheiros."

A sessão de lançamento do COESO contou com a apresentação dos três parceiros-piloto: Places4All, Projeto Rios, Engenho e Rio. Estes são os primeiros projetos a beneficiar das competências dos profissionais de Engenharia e de intervenções inovadoras na resolução de problemas negligenciados.

V ENCONTROS VÍNICOS DO VINHO VERDE

A QUINTA EDIÇÃO DOS ENCONTROS VÍNICOS DO VINHO VERDE decorreu a 15 e 16 de maio, em Viana do Castelo. A iniciativa foi promovida pela Região Norte da Ordem dos Engenheiros (OE), em parceria com a Câmara Municipal de Viana do Castelo, e contou com o apoio da Comissão de Viticultura dos Vinhos Verdes, Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte.

A edição deste ano reuniu 23 produtores nacionais numa prova que avaliou as características e qualidades de 51 vinhos. Os vencedores foram anunciados durante o jantar de gala decorrido na Escola de Hotelaria de Turismo de Viana do Castelo.

Na categoria "Vinho Verde Branco" o galardão foi atribuído ao "Quinta de Linhares", da colheita de 2014 da Agri-Roncão Vinícola, Lda. Já o eleito na categoria "Vinho Verde Tinto" foi o "Arca Nova", da Quinta das Arcas Sociedade Agrícola Lda., também de 2014. Finalmente, nas categorias "Vinho Verde Rosado" e "Vinho Verde Espumante Branco", os distinguidos foram as colheitas de 2014 "Terras de Felgueiras", das Caves Felgueiras CRL/VERCOOP, e o "Via Latina", da VERCOOOP – União das Adegas Cooperativas de Vinho Verde, respetivamente.

Com o objetivo de impulsionar a atividade vitivinícola e o vinho verde como produto de dimensão estratégica, estes V Encontros Vínicos proporcionaram, ainda, um espaço para premiar a inovação. O Prémio "Vino Meritas", atribuído no âmbito do Concurso de Design e Desenvolvimento integrado no evento, distinguiu o Sistema de Saca-rolhas e Suporte de Rolha da dupla de alunos Mariana Rebelo de Melo e José Rodrigues Passos, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

O evento integrou também o Seminário "Novidades Tecnológicas na Vinha e no Vinho", que reuniu profissionais e especialistas da área e debateu a evolução e novas tendências do setor em Portugal. Simultaneamente, e durante todo o dia, na Praça da República, estiveram em mostra os vinhos verdes melhor classificados na seleção da Região Norte, iniciativa aberta ao público e que permitiu a sua degustação. O programa destes Encontros incluiu ainda um Percurso de Vinhos e Petiscos, nos bares e tasquinhas locais, e um Curso de Iniciação à Prova de Vinhos, "Provar em Viana", no Museu das Artes Decorativas.

"GESTÃO DE PROJETOS E CONTRATAÇÃO PÚBLICA E PRIVADA" NA COLÔMBIA

O CONSELHO DIRETIVO DA REGIÃO NORTE PROMOVEU, a 13 de maio, a Conferência "Gestão de Projetos e Contratação Pública e Privada", que teve como orador principal o Vice-presidente da Sociedade Colombiana de Ingenieros, Luís Orlando Muñoz.

Na sua intervenção, aquele responsável deu a conhecer a regulamentação jurídica do País e os requisitos a cumprir pelas empresas estrangeiras, afirmando que "atualmente, na Colômbia, existem grandes expectativas na execução de trabalhos de construção".

Luís Orlando Muñoz abordou ainda o reconhecimento profissional dos engenheiros, destacando a boa relação existente com a Ordem dos Engenheiros.

REGIÃO **NORTE**

"EROSÃO COSTEIRA: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS"

FOI O TEMA DA PALESTRA ORGANIZADA PELO COLÉGIO REGIONAL NORTE DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, que decorreu na sede regional a 29 de abril. Com o objetivo de debater falhas e encontrar possíveis soluções para o problema da erosão costeira no nosso País, a Região Norte reuniu no painel de oradores alguns dos principais especialistas nacionais na matéria: Fernando Veloso Gomes, Professor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Carlos Antunes, Engenheiro Geógrafo e Professor da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa; José Alberto Gonçalves, Professor da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e membro do CIIMAR; e Carlos Coelho, Professor da Universidade de Aveiro e especialista em gestão e planeamento costeiro.
A construção em zonas de risco, os erros a nível de ordenamento do território, ou a falta de controlo na construção de estruturas portuárias e energéticas, são algumas das causas apontadas para o agravamento da erosão costeira, que levam a que os especialistas defendam uma monitorização mais efetiva e eficaz da costa. Foram ainda abordados temas como "Novas Tecnologias de Levantamento Aéreo para Monitorização Costeira", ou as "Zonas Costeiras do Noroeste: que desafios?".

REGIÃO **CENTRO**

Sede: COIMBRA
Rua Antero de Quental, 107 – 3000-032 Coimbra
Tel. 239 855 190 – Fax 239 823 267
E-mail correio@centro.ordemdosengenheiros.pt

Delegações distritais:
AVEIRO, CASTELO BRANCO, GUARDA, LEIRIA, VISEU

Mais notícias da Região Centro disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/centro**

VIAGEM DE GRUPO A MARROCOS

A REGIÃO CENTRO ESTÁ A ORGANIZAR UMA VIAGEM DE GRUPO A MARROCOS, para Membros da Ordem e acompanhantes, onde pretende visitar algumas das marcas emblemáticas da presença portuguesa no norte de África, nomeadamente nas cidades Património Mundial da Unesco de El Jadida (Mazagão) e Essaouira (Mogador). A viagem, prevista para 29 de setembro a 4 de outubro, inclui ainda uma visita a Marraquexe. Os interessados poderão consultar o programa da viagem, preços e condições de inscrição no Portal do Engenheiro e efetuar a sua inscrição junto dos serviços da Região Centro.

CURSO "EXPLOSIVOS PARA RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DE PEDREIRAS E OBRAS DE ESCAVAÇÃO"

A REGIÃO CENTRO E A ADIST/LABORATÓRIO DE GEOMECÂNICA DO IST, com o apoio da Orica Mining Services, vão realizar em Coimbra, de 9 a 31 de outubro, a décima edição do Curso sobre "Explosivos para Responsáveis Técnicos de Pedreiras e Obras de Escavação". Esta ação destina-se a fornecer e/ou reciclar os conhecimentos necessários ao correto dimensionamento e utilização de explosivos em escavações a céu-aberto, em conformidade com os novos requisitos legais vigentes, tendo em vista a especialização de profissionais ligados ao setor mineiro e às grandes obras de infraestrutura. Inscrições até 30 de setembro junto dos serviços da Região Centro.

VISITA AO APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DE RIBEIRADIO-ERMIDA

DECORREU, NO DIA 20 DE JUNHO, UMA VISITA TÉCNICA AO APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DE RIBEIRADIO-ERMIDA. Esta infraestrutura, em construção no rio Vouga, será composta por dois escalões. As suas albufeiras abrangem os concelhos de Oliveira de Frades, Sever do Vouga, Vale de Cambra e São Pedro do Sul. A central de Ribeiradio será equipada com um grupo turbina-alternador, a da Ermida com dois grupos geradores de eixo horizontal.

VISITA ÀS BERLENGAS

A DELEGAÇÃO DISTRITAL DE LEIRIA ORGANIZOU UMA VISITA DE GRUPO ÀS BERLENGAS, no dia 6 de junho. A Ilha da Berlenga situa-se frente a Peniche, a cerca de 11 quilómetros, constituindo com os Farilhões, Estelas e Forcadas o chamado Arquipélago das Berlengas. A Reserva Natural das Berlengas é Reserva Mundial da Biosfera da UNESCO.

ORDEM VISITA O INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

O PRESIDENTE DA REGIÃO CENTRO DA ORDEM DOS ENGENHEIROS (OE) realizou, no dia 27 de maio, uma sessão de apresentação e esclarecimento sobre a OE destinada aos alunos de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Nesta sessão estiveram presentes alunos dos cursos de licenciatura e mestrado, bem como ex-alunos, que puderam ficar a conhecer melhor a Ordem e ver esclarecidas as suas dúvidas acerca do ingresso na mesma.

REGIÃO **CENTRO**

XVII ENCONTRO REGIONAL DO ENGENHEIRO

AS CELEBRAÇÕES DO XVII ENCONTRO DO ENGENHEIRO DA REGIÃO CENTRO tiveram ter lugar no concelho de Cantanhede e repartiram-se por dois dias. Na tarde do dia 23 de maio realizou-se uma clínica de golfe no Clube de Golfe de Cantanhede e no dia 30 de maio as atividades tiveram início com uma visita à Adega Cooperativa local. Após o almoço efetuou-se uma visita ao Museu da Pedra, criado para preservar e divulgar um importante acervo de antigas obras de arte elaboradas em pedra de Ançã, bem como para manter vivos os mesteres artísticos e ofícios tradicionais a ela associados, e também para conservar os importantes testemunhos paleontológicos encontrados na região.
Pelas 16h30 teve lugar, no auditório do Centro Social e Paroquial de São Pedro, a

Sessão Solene do Encontro, onde foram homenageados os Membros da Região Centro que completaram 25 anos de inscrição na Ordem, os novos Membros Efetivos a quem foi reconhecido, nas várias Especialidades de Engenharia, o melhor estágio de admissão à Ordem, concluído em 2014, e os novos Membros Seniores. Foi ainda atribuído, ao Eng. João Rebelo, o Prémio Conselho Diretivo da Região Centro 2015, que distingue um engenheiro da Região pelo seu currículo de mérito excecional nos domínios profissional, cultural e de relacionamento com a Sociedade. Nesta sessão foi também assinado o protocolo de colaboração e reciprocidade entre as Ordens dos Engenheiros de Portugal e de Cabo Verde.
A finalizar o Encontro teve lugar um jantar-convívio na Quinta da Sobreira, em Ançã.

CONFERÊNCIA SOBRE A EXTENSÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL

OS COLÉGIOS REGIONAIS DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA E ENGENHARIA GEOLÓGICA E DE MINAS E A ESTRUTURA DE MISSÃO PARA A EXTENSÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL promoveram uma sessão conjunta com o objetivo de divulgar os trabalhos técnicos, científicos e legais, desenvolvidos para fundamentar a pretensão de Portugal em estender os limites da sua plataforma continental, à luz do art.º 76 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.
Adicionalmente foi realçada a importância do Mar como gerador, a médio e longo prazo, de mais-valias económicas, sociais, culturais, tecnológicas e ambientais.
A sessão teve lugar em Coimbra, no dia 22 de maio, e contou com a intervenção do Secretário de Estado do Mar, Professor Manuel Pinto de Abreu, responsável pela preparação da proposta portuguesa.

SEMINÁRIO "NORMA IEC 61439"

NO DIA 19 DE MAIO DECORREU NA SEDE REGIONAL, EM COIMBRA, O SEMINÁRIO TÉCNICO "NORMA IEC 61439 – Novo Standard para Instalações Elétricas de Baixa Tensão", promovido pela empresa Rittal. A Norma IEC 61439 é o

novo *standard* que regula a produção de equipamento elétrico de montagem em quadros elétricos de baixa tensão, especificando os requisitos de segurança para a proteção de pessoas e de instalações elétricas

SESSÃO "APLICAÇÃO DE DRONES NA ENGENHARIA"

A DELEGAÇÃO DISTRITAL DE VISEU acolheu no dia 15 de maio uma Sessão Técnica, seguida de debate, no âmbito do tema "Aplicação de Drones na Engenharia". A iniciativa contou com a colaboração do Eng. Nuno Marques, Diretor Técnico da Aeroprotechnik – Aerial Inspection Engineering, com sede no Centro de Investigação e Desenvolvimento Estratégico de Mangualde.

REGIÃO **CENTRO**

EXPOSIÇÃO DE FOTOGRAFIA "EXPRESSÕES LOROSAE"

FOI INAUGURADA, A 15 DE MAIO, A EXPOSIÇÃO DE FOTOGRAFIA "EXPRESSÕES LOROSAE", da autoria do Engenheiro Eletrotécnico Vítor Cordeiro. "Expressões Lorosae" pretende ser, através do retrato, uma mostra, uma expressão, o quanto possível fiel, da alma timorense captada pela objetiva do autor. Um trabalho que realizou durante a sua estada em Timor Leste, no final de 1999, onde, a pedido da ONU

e representando a EDP, participou no levantamento do setor elétrico, sua reorganização e reconstrução. A exposição está patente até 18 de setembro na sede da Região Centro, em Coimbra.

GEOGRÁFICA PROMOVE SESSÕES TÉCNICAS EM COIMBRA

O CONSELHO REGIONAL DE COLÉGIO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA realizou no dia 15 de maio, no auditório da Região Centro, a sessão técnica "SINERGIC – Experiência da Município na aquisição de dados cadastrais nos concelhos de Oliveira do Hospital e Seia". Foi apresentado o projeto SINERGIC e as suas especificações técnicas, procedimentos e metodologias, bem como as dificuldades, constrangimentos, sucessos e vantagens associados ao mesmo.

Anteriormente, a 22 de abril, o Colégio promoveu uma sessão técnica onde as empresas Município e Topcon Positioning Portugal apresentaram a sua solução de cartografia acelerada e inventário urbano e rodoviário por *mobile mapping*. Trata-se de uma tecnologia inovadora, que possibilita a realização de cartografia

acelerada de vastas zonas urbanas ou extensões de vias rodoviárias, através de um conjunto de *laser scanners*, câmaras fotográficas digitais, e outros sensores, acoplados numa viatura, circulando a velocidades de até 80 km/h, com tempos de aquisição de dados muito curtos, e precisões de até 5 cm.

SESSÃO "INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA VOLUNTÁRIA PARA GESTÃO DE CATÁSTROFES"

OS COLÉGIOS REGIONAIS DE ENGENHARIA INFORMÁTICA E ENGENHARIA GEOGRÁFICA promoveram uma Sessão Técnica sobre "Informação Geográfica Voluntária para Gestão de Catástrofes", que teve lugar na sede da Região Centro, no dia 14 de maio. A iniciativa foi integrada no âmbito da Escola de Verão HSenSIG – Human Sensor and Geographic Information Systems for Disaster Risk Management, que decorreu na Universidade de Coimbra entre 11 e 15 de maio. Esta ação teve como objetivo apresentar à audiência as potencialidades da utilização de informação geográfica voluntária na resposta a situações de emergência ou de catástrofe de várias naturezas. As apresentações deram uma visão geral sobre as possíveis formas e uso de informação geográfica de voluntários

no contexto da gestão de risco de catástrofes. Foram ainda apresentadas diversas fontes de informação de voluntários e seu potencial, bem como alguns casos de uso recentes.

VISITA TÉCNICA À FUCOLI-SOMEPAL

O COLÉGIO REGIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA realizou, no dia 7 de maio, uma Visita Técnica às instalações da Fucoli-Somepal, em Coselhas, Coimbra. A Fucoli-Somepal é uma empresa que produz e comercializa produtos em ferro fundido de grafite esferoidal (também conhecido como ferro fundido dúctil ou nodular), entre os quais válvulas para água e saneamento, acessórios para redes de água e saneamento, dispositivos de fecho para câmaras de visita, acessórios para redes de gás e marcos de incêndio e hidrantes enterrados.

AS PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE DE AVEIRO

EM ABRIL, NO DIA 29, AS CONVERSAS AO FINAL DO MÊS DA DELEGAÇÃO DISTRITAL DE AVEIRO tiveram como orador convidado o Professor Carlos Pascoal Neto, Vice-reitor da Universidade de Aveiro (UA).

O responsável apresentou as Plataformas Tecnológicas da UA que constituem a resposta integrada aos desafios societais ou necessidades do tecido económico, social ou cultural, cobrindo, sempre que possível, uma determinada fileira ou cadeia de valor.

Apesar da sua grande abrangência territorial, as Plataformas Tecnológicas estão focadas nas áreas de especialização inteligente da região em que a Universidade se insere, cobrindo setores económicos como o Mar, Floresta, Agroalimentar, Moldes e Plásticos, Habitat, ou domínios transversais como "as cidades/regiões inteligentes" ou a "a bicicleta e a mobilidade suave".

Pagamentos Fracionados

DÊ FÉRIAS ÀS SUAS DESPESAS.

De 1 de julho a 30 de setembro, transfira as suas compras de valor superior a 50 € para a funcionalidade de Pagamentos Fracionados e comece a pagar no extrato de novembro.

Desde o seu primeiro dia de férias, uma coisa é certa, a Caixa está consigo. E como férias são sinónimo de descanso, vamos ajudá-lo na gestão do dia-a-dia. O cartão de crédito de particulares da Caixa dá-lhe acesso automático a uma linha de crédito suplementar de 100% do limite de crédito do seu cartão, para pagamentos em prestações constantes, libertando, assim, o limite de crédito para as despesas correntes. Pode transferir as suas compras em qualquer agência da Caixa ou através do serviço Caixadirecta. Conheça ainda os prémios que pode ganhar, em cgd.pt.

* **TAEG de 18,8%** na linha de crédito suplementar de pagamentos fracionados, para um montante de 1.500€ com reembolso a 12 meses à TAN de 15,00%.

HÁ UM BANCO QUE AJUDA A DAR CERTEZAS AO FUTURO.
A CAIXA. COM CERTEZA.

www.cgd.pt | 707 24 24 24 | 24h todos os dias do ano | Informe-se na Caixa.

REGIÃO **SUL**

Sede: LISBOA
Av. António Augusto de Aguiar, 3D – 1069-030 Lisboa
Tel. 213 132 600 – Fax 213 132 690
E-mail secretaria@sul.ordemdosengenheiros.pt

Delegações distritais:
ÉVORA, FARO, PORTALEGRE, SANTARÉM

Mais notícias da Região Sul disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/sul**

EM MEMÓRIA

Eng. Pedro Miguel Silva Lopes

Faleceu, no dia 9 de junho, o Engenheiro Pedro Miguel Nascimento Mata Silva Lopes. Nasceu a 28 de novembro de 1964 e concluiu, em julho de 1996, a sua formação académica em Engenharia Geológica, com Especialização em Engenharia Geológica e de Minas, na Universidade Nova de Lisboa. Era Membro Sénior da Ordem dos Engenheiros, inscrito na Região Sul desde 1997. Ocupava a função de Vogal do Conselho Regional Sul do Colégio de Engenharia Geológica e de Minas, estando a cumprir o segundo mandato do Conselho Diretivo da Região Sul (2013-2016).

Eng. João Cândido Sousa Teixeira

Faleceu, no dia 30 de abril, o Engenheiro Silvicultor João Cândido Campos de Sousa Teixeira. Nascido a 11 de fevereiro de 1948, concluiu, em novembro de 1974, a sua formatura em Engenharia Silvícola no Instituto Superior de Agronomia. Era Membro Sénior da Ordem dos Engenheiros, inscrito na Região Sul desde 2001.
Ocupava as funções de Coordenador do Conselho Regional Sul do Colégio de Engenharia Florestal no atual mandato do Conselho Diretivo da Região Sul (2013-2016).

Com reconhecimento pela dedicação e colaboração prestadas à Ordem dos Engenheiros, esta Associação Profissional presta aqui a sua homenagem aos distintos Colegas, endereçando aos seus familiares e amigos as mais sentidas condolências.

OE EM MISSÃO NA COLÔMBIA E ARGENTINA

AO ABRIGO DO PROTOCOLO EXISTENTE ENTRE A SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS E A ORDEM DOS ENGENHEIROS (OE), teve lugar a 4 e 5 de junho um Seminário intitulado "Zonas Costeras Y Maritimas", que também englobou uma visita técnica ao Porto de Cartagena das Índias. A delegação portuguesa aí presente integrou o Eng. Fernando de Almeida Santos, Presidente da Região Norte da OE, e, na qualidade de oradores, o Eng. Carlos Mineiro Aires, Presidente da Região Sul da OE, a Eng.ª Ana Sanches, da Agência Portuguesa de Ambiente, o Professor Fernando Veloso Gomes, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e o Eng. Eduardo Gomes, Coordenador do Colégio Regional Norte de Engenharia Civil da OE, enquanto representante da Rohde Nielsen, empresa especializada em dragagens.
A missão, para além do Seminário, englobou importantes iniciativas e eventos de cariz social e de interação com *players* locais e terminou com uma visita e receção na sede da Sociedad Colombiana de Ingenieros, em Bogotá.
No mês de maio, e por convite expresso do Consejo Profesional de Ingeniería Civil (CPIC) de Buenos Aires (Argentina), na pessoa do seu Presidente, Eng. Jorge Emilio Abramian, o Eng. Carlos Mineiro Aires, na condição de membro do Conselho Diretivo Nacional e Presidente da Região Sul da OE, deslocou-se a Buenos Aires entre os dias 12 e 14 de maio, tendo participado como orador no III Seminário Internacional sobre "Ética Profesional y Lucha Anticorrupción" organizado pelo CPIC. O responsável foi também apresentado como membro do Conselho Executivo do World Council of Civil Engineers e da OE, enquanto organização que preside à CECPC/CICPC.

A apresentação que realizou foi focada na descrição da missão e estatutos da OE e, sobretudo, dos aspetos ligados à ética, deontologia e disciplina, nomeadamente as disposições estatutárias atinentes, bem como as exigências e prática da Ordem.

ANO INTERNACIONAL DA LUZ

A REGIÃO SUL, ATRAVÉS DOS SEUS CONSELHOS REGIONAIS DE COLÉGIO, ASSOCIOU-SE À INICIATIVA DA UNESCO "2015 International Year of Light and Light-based Technologies", e promove um conjunto de iniciativas diversas alusivas à luz e suas técnicas, elementos chave em diversas especialidades da Engenharia. Estas celebrações tiveram início no dia 13 de maio, com uma sessão no auditório da Região Sul, em Lisboa.
A abertura da sessão esteve cargo do Bastonário da Ordem, Eng. Carlos Matias Ramos, tendo igualmente usado da palavra a Eng.ª Helena Kol, do Conselho Diretivo da Região Sul, e o Eng. António Gonçalves da Silva, Coordenador do Colégio Regional Sul de Engenharia Química e Biológica e responsável pela coordenação destas celebrações na OE.
O programa iniciou-se com uma intervenção do Professor Carlos Fiolhais, Catedrático da Universidade de Coimbra e Coordenador Nacional do Ano Internacional da Luz, que falou sobre "A Luz na Ciência, na Técnica e na História". Seguiu-se o Professor Jorge Calado, Catedrático Emérito do Instituto Superior Técnico (IST), que abordou o tema "A Luz na Ciência e nas Artes". A Professora Teresa Peña, do IST e Presidente da Sociedade Portuguesa de Física, apresentou "A Luz e as suas Técnicas na Vida". Finalmente, interveio a Eng.ª Antonieta Loureiro, Diretora-geral da Osram em Portugal, que abordou "O Futuro das Tecnologias de Iluminação".

REGIÃO **SUL**

FARO DEBATE ENGENHARIA

O CONSELHO DIRETIVO DA REGIÃO SUL E A DELEGAÇÃO DISTRITAL DE FARO, com o apoio da Especialização em Avaliações de Engenharia, levaram a efeito uma Formação sobre "Introdução a Avaliações de Engenharia", que teve lugar nas instalações daquela Delegação Distrital. A ação, que decorreu entre 22 de maio e 6 de junho, foi ministrada pela Eng.ª Maria dos Anjos Ramos, pelo Eng. Américo Ramos e pelo Eng. Paulo Gonçalves. O programa contabilizou um total de 40 horas e garante equivalência a cerca de 25% do curso da Fundec.
A 21 de abril, a Delegação Distrital levou a efeito uma Conferência sobre "A eficiência energética nos edifícios de habitação: o conforto, as necessidades de energia e os regulamentos". Tratou-se de uma jornada de reflexão, centrada essencialmente nas questões relacionadas com a Engenharia. A apresentação esteve a cargo do Eng. Armando Costa Inverno, Engenheiro Mecânico, Professor no Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve e Perito Qualificado II do SCE.
Uns dias antes, a 17 de abril, o Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve, em conjunto com a Delegação Distrital de Faro, promoveu um Seminário sobre "Engenharia da Reabilitação – Projetos e Casos de Obra – Um Balanço". Participaram nesta iniciativa os Engenheiros Júlio Appleton (A2P-Consult e IST), José Paulo Costa (STAP) e Carlos Martins (ISE-UAlg). Marcaram presença cerca de 170 participantes.

SETÚBAL RECEBE DIA REGIONAL DO ENGENHEIRO

O DIA REGIONAL SUL DO ENGENHEIRO FOI CELEBRADO, nos dias 15, 16 e 17 de maio, na cidade e concelho de Setúbal. As celebrações contaram com a participação de cerca de 300 Membros e suas famílias, nos diversos momentos institucionais, culturais, desportivos e de convívio.
O programa deste Dia Regional teve início com uma receção na Câmara Municipal de Setúbal, que contou com a presença da Presidente de Câmara, Dr.ª Maria das Dores Meira, do Bastonário da Ordem dos Engenheiros (OE), Eng. Carlos Matias Ramos, e do Presidente da Região Sul da OE, Eng. Carlos Mineiro Aires, bem como de vários outros dirigentes e Membros eleitos da Ordem.
No dia 16 de maio, teve lugar no Fórum Municipal Luísa Todi, o momento mais institucional das celebrações, a Sessão Solene, que contou com as intervenções do Presidente da Mesa da Assembleia Regional, Eng. Luís Mira Amaral – homenageado deste Dia Regional, a quem foi entregue o pin de ouro da OE – do Presidente da Região Sul, da Presidente da Câmara de Setúbal e, no encerramento, do Bastonário da Ordem. Foram também homenageados os Membros eleitos dos dois últimos mandatos, entre 2010 e 2016, mediante a entrega de um pin de prata. Houve ainda lugar à entrega dos Prémios Inovação Jovem Engenheiro 2014 e dos diplomas de Membros Sénior. Aproveitando a presença do Presidente do Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Espanha, Eng. Juan Santamera, foi assinado um protocolo com o intuito de facilitar o processo de reconhecimento dos títulos profissionais dos engenheiros inscritos nestas associações para efeitos do exercício da profissão em regime de igualdade e reciprocidade nos dois países. A noite foi dedicada a um jantar na Escola na Escola de Hotelaria e Turismo de Setúbal, que registou elevada participação.
A finalizar, e à semelhança de anos anteriores, a manhã de domingo foi ocupada com uma prova de karting no Kartódromo de Palmela, numa organização conjunta com o Núcleo de Karting da Região Sul da OE. Ainda durante a manhã teve lugar o Torneio e a Academia de Golfe no Campo de Golfe do Montado, organizado em parceria com o Clube de Golfe dos Engenheiros. A terceira atividade foi um cruzeiro no estuário do Sado.

ENTREGA DE CERTIFICADOS IST/OE

O AUDITÓRIO DA REGIÃO SUL ACOLHEU, NO PASSADO MÊS DE ABRIL, a cerimónia de entrega dos certificados de participação nos cursos promovidos no âmbito da parceria entre o Departamento de Engenharia e Gestão do Instituto Superior Técnico (IST) e a Ordem dos Engenheiros (OE).
A sessão foi presidida pelo Bastonário e pelo Presidente da Região Sul da OE, contando também com a presença do Presidente do IST, Professor Arlindo Oliveira, e do Presidente do Departamento de Engenharia e Gestão do IST, Professor Carlos Bana e Costa, entre outros.

REGIÃO **SUL**

"DA VINHA PARA A ORDEM"

A PRIMEIRA SESSÃO "DA VINHA PARA A ORDEM" juntou, a 23 de abril, no bar da Ordem dos Engenheiros (OE), 35 participantes. Promovida pelo Colégio Regional Sul de Engenharia Agronómica, este evento trouxe à OE a família Carpinteiro Albino, donos da Herdade da Torre dos Frades, em Monforte, e responsáveis pelo projeto de vinhos Torre do Frade.

Diogo, Bernardo e Fernando Carpinteiro Albino, duas gerações da família, partilharam todo o conceito e experiência de produção e desenvolvimento de uma marca de vinhos. Trouxeram também, para prova, os vinhos "Virgo" branco e tinto, de 2013 e 2014, bem como o Torre do Frade Viognier 2011 e o Torre do Frade Tinto Reserva.

DIA DISTRITAL DE SANTARÉM

NO PASSADO DIA 18 DE ABRIL, A DELEGAÇÃO DE SANTARÉM COMEMOROU O DIA DISTRITAL DO ENGENHEIRO NA GOLEGÃ. A iniciativa contou com a presença de 62 pessoas. As celebrações iniciaram-se com uma Sessão Solene, que decorreu no Salão Nobre da Câmara Municipal. Coube ao Delegado Distrital de Santarém, Eng. José Soares Lopes, o discurso de boas-vindas, seguindo-se as intervenções do Presidente da Região Sul, Eng. Carlos Mineiro Aires, do Bastonário, Eng. Carlos Matias Ramos, e do Presidente de Câmara, Eng. Rui Medinas. Seguiu-se uma visita guiada à Casa-Estúdio Carlos Relvas, única no seu género a nível mundial e atualmente propriedade da Câmara Municipal da Golegã. Após a visita, os participantes puderam apreciar a vila ribatejana da Golegã com um passeio em carro de cavalos. As comemorações terminaram com um almoço convívio no restaurante "Lusitanus", que incluiu um momento musical interpretado pela fadista Teresa Tapadas.

VISITA À ETAR DO BARREIRO/MOITA

O COLÉGIO REGIONAL DE ENGENHARIA DO AMBIENTE realizou, no dia 17 de abril, uma Visita Técnica à Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) do Barreiro/Moita, da Simarsul. A Visita teve início com uma apresentação, em sala, de todo o processo de tratamento das águas residuais. Posteriormente, todos os participantes tiveram oportunidade de percorrer a pé, e ver *in loco*, as diferentes estruturas de tratamento.

LNEC RECEBE ENGENHEIROS

NO PASSADO DIA 14 DE ABRIL TEVE LUGAR UMA VISITA TÉCNICA AO LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (LNEC), organizada pelo Colégio Regional Sul de Engenharia Civil, na qual participaram cerca de 40 Membros da Ordem dos Engenheiros (OE).

Os participantes foram recebidos pelo Presidente do LNEC, Eng. Carlos Pina, que manifestou a sua satisfação por esta iniciativa, na linha do excelente relacionamento que sempre existiu entre o LNEC e a OE. Da Visita, destaca-se a passagem pelos Departamentos de Barragens de Betão, de Edifícios e de Estruturas. Neste último, os engenheiros presentes tiveram possibilidade de conhecer a plataforma sísmica triaxial de grandes dimensões, que constitui uma instalação de excelência a nível europeu, fazendo parte das Grandes Instalações Europeias de Investigação. Nos diversos locais, os colegas foram recebidos por investigadores, especialistas dos diferentes assuntos, que, para além de uma breve apresentação de enquadramento, se dispuseram a esclarecer dúvidas, proporcionando uma profícua troca de ideias.

REGIÃO **SUL**

DELEGAÇÃO DE ÉVORA COM INICIATIVAS DIVERSAS

A DELEGAÇÃO DISTRITAL DE ÉVORA, no âmbito do seu programa de aproximação aos jovens licenciados e aos estudantes das áreas de Engenharia, participou, mais uma vez, numa iniciativa da Associação Académica da Universidade de Évora, "A Semana da Ciência e Tecnologia", que decorreu de 13 a 16 de abril. Também em abril, entre os dias 13 e 15, a Delegação Distrital e a Universidade local promoveram um curso sobre "Dimensionamento de Redes Prediais de Águas e Esgotos de acordo com as Normas Europeias", com a duração de 21 horas. Esta ação, da responsabilidade da ANQIP, já faz parte das ações aprovadas pelo Sistema de Acreditação da Formação Contínua para Engenheiros, implementado pela OE, e revelou-se de grande interesse para os formandos.
Ainda no dia 13 de abril, e passados dois anos da anterior iniciativa, a Delegação de Évora proporcionou aos seus Membros uma Visita Técnica à Embraer.

SECÇÃO REGIONAL DOS **AÇORES**

Sede: PONTA DELGADA
Largo de Camões, 23 – 9500-304 Ponta Delgada – S. Miguel – Açores
Tel. 296 628 018 – Fax 296 628 019
E-mail geral.acores@acores.ordemdosengenheiros.pt

Mais notícias da Secção Regional dos Açores disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/acores**

SEMINÁRIO "TÉRMITAS: CONHECER PARA CONTROLAR"

REALIZADO A 29 DE JUNHO NA SECÇÃO REGIONAL DOS AÇORES, o Seminário subordinado à problemática das Térmitas deu início a um conjunto de encontros presenciais, a realizar no decurso do ano, que tem por objetivo trazer aos Membros da Secção a abordagem de temáticas sobre as quais demonstraram particular interesse.
Participaram nesta sessão Helena Cruz, Engenheira Civil pelo Instituto Superior Técnico, doutorada pela Universidade de Brighton, Chefe do Núcleo de Comportamento de Estruturas e Investigadora do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), e Lina Cruz, licenciada em Biologia pela Universidade de Lisboa, doutorada pelo Imperial College of London, Investigadora do LNEC e, ainda, Investigadora Associada do Grupo da Biodiversidade dos Açores da Universidade dos Açores.
A Secção Regional espera ter prestado o seu melhor contributo para o esclarecimento dos que participaram no encontro. Será de relembrar que as Térmitas são consideradas a maior praga urbana presentemente nesta região. Atualmente encontram-se disseminadas por várias cidades dos Açores com especial incidência nos centros históricos. O seu impacto tem suscitado preocupação junto de moradores, profissionais ligados ao setor da construção, entidades governamentais e comunidade científica.

CURSO DE ÉTICA E DEONTOLOGIA: ENTREGA DE CERTIFICADOS

A 27 DE MAIO, A SECÇÃO REGIONAL DOS AÇORES VOLTOU A ABRIR AS SUAS PORTAS PARA ACOLHER OS JOVENS MEMBROS DA ORDEM DOS ENGENHEIROS (OE) que concluíram, com sucesso, o primeiro Curso de Ética e Deontologia Profissional realizado nesta Secção Regional.
No discurso proferido antes da entrega dos certificados, o Presidente da Secção, Manuel António Cansado, procurou salientar a importância da Ética e Deontologia no exercício da profissão de Engenheiro, assim como na vida pessoal de cada um. Terminou a sua intervenção com um apelo à participação dos jovens Membros na construção do futuro da Secção e, em particular, na dinamização deste polo regional, e aproveitou para lançar um desafio aos presentes, fazendo notar que a Secção Regional se encontra de portas abertas para todos os que queiram contribuir para que este polo da Ordem se transforme num local de tertúlia, gerador de novas ideias e propício à germinação de novos projetos que possam acrescentar valor à Engenharia portuguesa no seu todo.

NOVOS BENEFÍCIOS PARA MEMBROS

A SECÇÃO REGIONAL CELEBROU UM PROTOCOLO COM A CLÍNICA DANEFISIO, uma unidade de saúde especializada na prestação de cuidados na área da Medicina Física e Reabilitação. O acordo garante aos Membros condições privilegiadas na utilização dos serviços prestados pela referida unidade. A Danefisio faz parte das entidades convencionadas para a prestação de cuidados aos utentes do Sistema Regional de Saúde.

› Mais informações disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/acores/protocolos-1**

SECÇÃO REGIONAL DA **MADEIRA**

Sede: FUNCHAL
Rua Visconde Anadia, 19 - Edifício Anadia, 3.º andar, sala S 9050-020 Funchal
Tel. 291 742 502 – Fax 291 743 479
E-mail madeira@madeira.ordemdosengenheiros.pt

Mais notícias da Secção Regional da Madeira disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/madeira**

BASTONÁRIO EM VISITA À REGIÃO

O BASTONÁRIO DESLOCOU-SE À MADEIRA, no dia 18 de junho, para assinar um protocolo entre a Ordem e a Universidade da Madeira com o objetivo de aprofundar a colaboração já existente com aquela instituição no âmbito do ensino da Engenharia. De seguida, foi efetuada uma visita às obras da futura sede da Secção Regional da Madeira com o objetivo de melhor perceber o andamento dos trabalhos, que se preveem concluídos no próximo mês de outubro. À noite foi organizado um jantar-convívio no Forte de São Tiago, tendo sido entregues os diplomas de Membro Sénior.

ECM RECEBE ENGENHEIROS

DANDO CONTINUIDADE AO CICLO DE VISITAS A EMPRESAS E INSTITUIÇÕES DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA onde o papel da Engenharia é preponderante, a Secção Regional promoveu, no dia 17 de junho, uma visita à Empresa de Cervejas da Madeira (ECM).

Esta empresa, com 81 anos, é responsável pela produção da cerveja Coral e da Briza Maracujá, produtos com forte penetração no mercado madeirense e sobejamente conhecidos em Portugal. Apresenta um volume de faturação anual de 50 milhões de euros e uma capacidade de produção de 15 milhões de litros de cerveja, dez milhões de litros de refrigerantes e cinco milhões de litros de água engarrafada. A visita, conduzida pelo Eng. Nuno Branco, Diretor de Produção da ECM, contou com 26 elementos.

CONFERÊNCIA "REABILITAÇÃO URBANA, DESAFIOS E OPORTUNIDADES"

NA MADEIRA, À SEMELHANÇA DO CAMINHO QUE VEM SENDO TRILHADO EM PORTUGAL CONTINENTAL E NA EUROPA, o futuro da construção terá de passar pela reabilitação e conservação do património edificado e pela revitalização dos tecidos urbanos históricos. Tomar conhecimento das boas práticas neste domínio, das novas estratégias que envolvem o Estado, dos novos modelos de financiamento e da publicação de nova regulamentação sobre a matéria é um imperativo, tendo em consideração a sua importância para a qualidade de vida dos cidadãos e para o turismo, atividade determinante na economia da Região.

Aos engenheiros e arquitetos exige-se hoje nesta área uma visão multidisciplinar, integradora de diferentes abordagens especializadas. Aos agentes políticos, promotores, proprietários e investidores a necessária informação sobre o assunto. Sensibilizar todos estes intervenientes para o tema foi o objetivo da Conferência coorganizada pelas estruturas regionais da Ordem dos Engenheiros, Ordem dos Arquitetos e Associação dos Industriais da Construção Civil, que teve lugar no Funchal, no dia 22 de maio, sob o título "Reabilitação Urbana, Desafios e Oportunidades".

Com efeito, numa ilha onde o setor da reabilitação urbana é ainda incipiente, importa não só dar a conhecer algumas das experiências levadas a cabo noutras cidades portuguesas, bem como lançar a discussão ao nível técnico e político.

Participaram nesta ação cerca de 400 pessoas, entre técnicos, investidores/promotores imobiliários, construtores, entidades bancárias e responsáveis políticos.

A Conferência teve como oradores o Dr. Fernando Oliveira e Silva, Presidente do InCI, o Arq. José Manuel Fernandes, Membro do Conselho Editorial da revista "Monumentos", o Eng. Álvaro Santos, Presidente da Porto Vivo, o Eng. João Appleton, Especialista e Investigador Coordenador pelo LNEC, a Arq.ª Paula Morais, Consultora e formadora em normas urbanísticas, em certificação de sistemas de qualidade e em avaliação de risco de investimentos imobiliários, e o Dr. Francisco Rocha Antunes, fundador da empresa de conceção, desenvolvimento e gestão de ativos imobiliários, Capital Urbano.

› As apresentações e o vídeo da Conferência encontram-se disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/centro-de-informacao/dossiers/apresentacoes/conferencia-reabilitacao-urbana-desafios-e-oportunidades**

NOVAS REGALIAS

FOI RECENTEMENTE CELEBRADO UM PROTOCOLO entre a Secção Regional e os hotéis Enotel Quinta do Sol, Enotel Baía e Enotel Golf. Esta é mais uma regalia que a Secção Regional disponibiliza, garantindo condições favoráveis aos seus Membros e familiares.

› Mais informações disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/madeira/protocolos**

ANO INTERNACIONAL DA LUZ 2015

22 2015 ANO INTERNACIONAL DA LUZ
A LUZ COMO FERRAMENTA DE ENGENHARIA
António Gonçalves da Silva
Engenheiro Químico • Eq. Professor Adjunto do ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa • Coordenador do Conselho Regional Sul do Colégio de Engenharia Química e Biológica da Ordem dos Engenheiros

26 A FOTÓNICA COMO MOTOR DE DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO E SOCIAL DO SÉCULO XXI
Manuel F. M. Costa
Departamento de Física, Universidade do Minho • Sociedade Portuguesa de Ótica e Fotónica

30 DIÁLOGOS DE SOMBRA E DE LUZ
Teresa Peña
Presidente da Sociedade Portuguesa de Física • Departamento de Física, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa • Centro de Física Teórica de Partículas, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

34 TECNOLOGIAS DA LUZ 2015
Antonieta Loureiro
Engenheira • Diretora-geral da OSRAM

36 RADIAÇÃO UV NO TRATAMENTO AVANÇADO DA ÁGUA
Rui Santos Crugeira
Engenheiro Eletrotécnico • CEO da Linha D'Água, Engenharia e Ambiente

38 GOTAS DE CRISTAL LÍQUIDO
P.L. Almeida[1,2] • L.E. Aguirre[1] • J.L. Figueirinhas[3] • M.H. Godinho[1]
1 I3N – CENIMAT, Departamento de Ciência dos Materiais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa
2 Área Departamental de Física, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
3 Departamento de Física e CeFEMA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

42 ESPECTROSCOPIA: PARA ALÉM DO QUE OS NOSSOS OLHOS VEEM
L.M. Ilharco • A.R. Garcia • L.M.F. Lopes • • R. Brito de Barros • M.F. Júlio • J. Morais
CQFM – Centro de Química-Física Molecular e IN – Institute of Nanoscience and Nanotechnology, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

44 A FUNÇÃO DA LUZ NATURAL NO EDIFICADO
António José Santos
Físico Tecnológico, Doutorado em Engenharia Civil • Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Edifícios

46 LUMINOTECNIA E BOAS PRÁTICAS
Henrique Mota
Coordenador da Especialização em Luminotecnia da Ordem dos Engenheiros

ENTREVISTA

48 **CARLOS FIOLHAIS**
• Coordenador Nacional do Ano Internacional da Luz
• Professor Catedrático do Departamento de Física da Universidade de Coimbra
"A PROMOÇÃO DAS TÉCNICAS ASSOCIADAS À LUZ SERIA IMPOSSÍVEL SEM OS ENGENHEIROS"

ESTUDOS DE CASO

54 FOTOGRAMETRIA E LASER SCANNING
COMO MODELAR O MUNDO ATRAVÉS DA LUZ
Paula Redweik
Professora do Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

58 PRODUÇÃO DE MICROALGAS
UMA OUTRA FORMA DE UTILIZAR A LUZ SOLAR
João Navalho
Administrador da Necton – Companhia Portuguesa de Culturas Marinhas, S.A.

62 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS POLIMÉRICAS
Jorge Morgado
Professor Associado do Departamento de Bioengenharia, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

2015 ANO INTERNACIONAL DA LUZ
A LUZ COMO FERRAMENTA DE ENGENHARIA

ANTÓNIO GONÇALVES DA SILVA
Engenheiro Químico • Eq. Professor Adjunto do ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Coordenador do Conselho Regional Sul do Colégio de Engenharia Química e Biológica da Ordem dos Engenheiros • a.g.silva.pt@gmail.com

O Conselho Executivo da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), na sua 190.ª sessão, decidiu patrocinar a iniciativa "2015 Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas na Luz", tendo esta sido posteriormente aprovada pela 37.ª sessão da Conferência Geral da UNESCO em 19 de novembro de 2013.

Em consequência, a 71.ª sessão plenária da Assembleia Geral das Nações Unidas aprovou, em 20 de dezembro de 2013, a resolução 68/221 proclamando 2015 Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas na Luz.

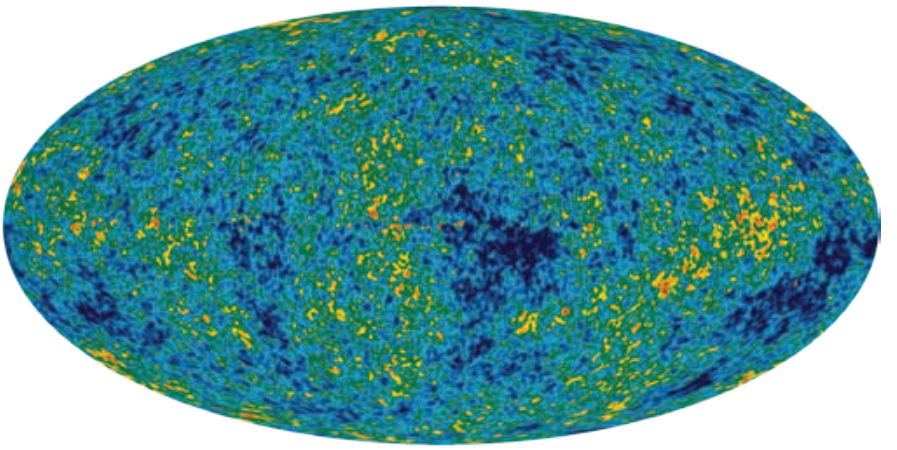


Figura 1 – **Reprodução da foto tirada pela sonda WMAP em 2006, representando a radiação de fundo em micro ondas do *big bang* descoberta por Penzias e Wilson em 1965**

A resolução 68/221 encontra-se detalhada e substantivamente fundamentada num conjunto de considerandos, nos quais[1]:

› Se reconhece a importância da luz e das tecnologias baseadas na luz na vida dos cidadãos e no desenvolvimento futuro da Sociedade global;

› Se reforça que o conhecimento global e a educação acrescida em ciências e tecnologias da luz são vitais para a abordagem de desafios como o desenvolvimento sustentável, a energia e a saúde comunitária, bem como para melhorar a qualidade de vida dos países, sejam eles desenvolvidos ou em desenvolvimento;

› Se considera que as aplicações da ciência e tecnologia da luz são vitais para o progresso atual e futuro em medicina, energia, informação e comunicações, fibras óticas, agricultura, mineração, astronomia, arquitetura, arqueologia, entretenimento, arte e cultura, bem como em muitas outras indústrias e serviços, e que as tecnologias baseadas na luz contribuem para atingir metas de desenvolvimento acordadas internacionalmente, inclusivamente por permitirem o acesso a informação e a um acréscimo de saúde e bem-estar na Sociedade;

› Se considera igualmente que a tecnologia pode ter um papel importante em conseguir-se maior eficiência energética, em particular limitando o desperdício de energia e a redução da poluição luminosa, chave para a preservação da escuridão do céu;

› Se nota que 2015 coincide com os aniversários de uma série de marcos importantes da História da Ciência da Luz, nomeadamente:
  – Os trabalhos em ótica de Ibn Al-Haytham em 1015;
  – O conceito ondulatório da luz, proposto por Fresnel em 1815;
  – A teoria eletromagnética da luz, proposta por Maxwell em 1865;
  – A teoria de Einstein sobre o efeito fotoelétrico (1905) e sobre a integração da luz na cosmologia através da Relatividade Geral (1915);
  – A descoberta da radiação cósmica de fundo em micro-ondas por Penzias e Wilson em 1965;
  – E os trabalhos de Kao relativos à transmissão da luz em fibras para comunicação ótica, em 1965;

› Se considera que a celebração dos aniversários destas descobertas em 2015 proporcionará uma importante oportunidade para realçar a natureza contínua da descoberta científica, com particular ênfase para o reforço do poder da mulher no setor da ciência e para a promoção da educação científica entre os jovens, em especial nos países em desenvolvimento.

É evidente o reconhecimento da importância da luz e das suas tecnologias, atribuído pelas Nações Unidas em representação da comunidade global. Mas pode igualmente dizer-se que é primordial na História o deslumbramento inspirado pela luz. Logo nos cinco versículos iniciais do capítulo primeiro do livro do Génesis pode ler-se[2]:

> *"No princípio, Deus criou os céus*
> *e a terra. A terra era informe e vazia.*
> *As trevas cobriam o abismo*
> *e o espírito de Deus movia-se sobre*
> *a superfície das águas. Deus disse:*
> *'Faça-se a luz'. E a luz foi feita.*
> *Deus viu que a luz era boa e separou*
> *a luz das trevas. Deus chamou dia*
> *à luz, e às trevas, noite."*

Note-se como até o Criador reconheceu a luz como uma coisa boa. Podemos também imaginar como se terão igualmente mara-

1 United Nations General Assembly, A/RES/68
2 Bíblia Sagrada, Verbo (1976)

vilhado os homens ao longo dos tempos, desde os mais primitivos, com o brilho de uma labareda, a luz forte do Sol, as cores aurirrubras de um poente, um arco-íris no céu, uma aurora boreal, a luz de um relâmpago, a luz cintilante das estrelas e a luminosidade calma de uma lua cheia.

O Universo é muito velho – 13,7 mil milhões de anos contados após a explosão primordial ou *big bang*, ou, se preferirem, após a criação segundo o livro do Génesis. A radiação de fundo em micro-ondas, descoberta pelos já referidos cientistas Arno Penzias (n. EUA, 1933) e Robert Woodrow Wilson (n. EUA, 1936), que lhes assegurou o Nobel de Física em 1978, foi fotografada pela sonda da NASA, WMAP – Wilkinson Microwave Anisotropy Probe em março de 2006, e traduzida em cores visíveis, sendo considerada a imagem da radiação mais antiga do Universo (gerada no *big bang*).

Um outro atributo interessante da luz é o efeito que teve desde cedo a quem procurou estudá-la. Ficou célebre a carta enviada por Isaac Newton (1643-1727) ao editor da revista da Royal Society, e publicada nas Philosophical Transactions of Royal Society of London em 1672. Nesta carta, Newton descreve as experiências que realizou no seu quarto com um prisma de vidro polido que ele próprio tinha manufaturado[3]: "*...no começo do Ano de 1666 (época em que me dedicava a polir vidros óticos de formas diferentes da Esférica), obtive um Prisma de vidro Triangular para tentar com ele o célebre Fenómeno das Cores. Para esse fim, tendo escurecido o meu quarto e feito um pequeno buraco na minha janela para deixar entrar uma quantidade conveniente de luz do Sol, coloquei o meu Prisma na sua entrada para que ela [a luz] pudesse ser assim refratada para a parede oposta. Isso era inicialmente um divertimento muito prazeroso: ver as cores vívidas e intensas assim produzidas*".

Faz-se notar que, tal como o Criador achou boa a luz, Newton considera ter usufruído ao estudá-la de um "*divertimento prazeroso*". Há pois algo de lúdico na luz. De facto, quem, em criança, não brincou fazendo mover o reflexo da luz produzido num espelho, ou não se maravilhou com as cores e a sua simetria olhando por um caleidoscópio? E que dizer dos feixes laser que está na moda os adeptos de futebol enviarem para os olhos do jogador da equipa adversária quando da marcação de um penalty?

Para explicar a decomposição da luz branca por um prisma (e a sua recomposição por um segundo prisma) Newton adotou um modelo corpuscular para a luz, enquanto o físico holandês Christiaan Huygens (1629--1695) favorecia um modelo ondulatório para a natureza da luz.

A dispersão da luz pelo prisma não permite realmente comprovar qual das aproximações é a mais correta: para Newton os corpúsculos de luz teriam todos a mesma velocidade no ar mas velocidades diferentes no vidro, sendo tanto mais desviados quanto mais lentos fossem; para Huygens, sucederia o mesmo para as ondas, que seriam desviadas mais ou menos consoante o respetivo comprimento de onda.

Neste empate científico, parece ter ganho em popularidade o modelo de Newton, cujo prestígio como físico estava solidamente estabelecido pelos seus trabalhos na Mecânica e na Gravitação. Ficou célebre, a este respeito, uma citação do poeta Alexander Pope (1688-1744): "***Nature and Nature's laws lay hid in night: God said, Let Newton be! And all was light.***"

Mas enganava-se quem pensasse que o assunto estava resolvido: outro inglês, o físico, médico e egiptólogo Thomas Young (1773--1829), estudou as figuras de interferência (zonas alternadamente claras e escuras) obtidas quando a luz passa por duas fendas ou orifícios, as quais são facilmente explicadas admitindo uma natureza ondulatória para luz (zonas claras de interferência construtiva quando dois raios de luz interferem tendo percorrido a mesma distância, ou distâncias que difiram de um número inteiro de comprimentos de onda; zonas escuras de interferência destrutiva quando as distâncias percorridas diferem de um número semi-inteiro de comprimentos de onda).

Young estudou igualmente os arcos-íris ditos "supranumerários", ligeiramente destacados do principal e que mais uma vez explicou com base na interferência entre ondas.

Como se sabe, quando se aquece suficientemente um objeto, como uma barra metálica, este emite luz. Subindo a temperatura o suficiente, a emissão será de luz visível, primeiro de cor vermelha (comprimento de onda acima dos 600 nm) e, à medida que a temperatura suba, a cor da luz emitida mudará e avançará no sentido do azul (abaixo dos 500 nm). A radiação emitida por um "corpo negro" (sólido capaz de absorver e emitir de forma uniforme qualquer frequência de radiação, sem reflexão de luz) foi estudada com uma abordagem clássica por Lord Rayleigh (John William Strutt, 1842-1919), com alguma colaboração de Sir James Hopwood Jeans (1877-1946), mas a sua equação teórica (Lei de Rayleigh-Jeans) não conseguiu interpretar o espetro de emissão observado experimentalmente. Foi o alemão Max Planck (1858-1947) quem, com uma abordagem termodinâmica, conseguiu explicar os resultados experimentais, mas, para tal, teve que admitir uma hipótese revolucionária: um oscilador eletromagnético (um raio de luz) com uma determinada frequência (υ), não poderá ter qualquer energia, mas apenas múltiplos inteiros de $h\upsilon$, em que h é a constante de Planck ($6{,}62608 \times 10^{-34}$ Joule.s). Foi o primeiro sinal da nova física, a Física Quântica, com estados de energia discretos, separados entre si por quanta de energia ($h\upsilon$).

Um parêntesis ainda a propósito do "corpo negro": a radiação cósmica de fundo em micro-ondas de Penzias e Wilson tem o espetro de um corpo negro a uma temperatura de 2,725 K.

A quantificação da energia é fácil de entender à luz do modelo corpuscular: um feixe de luz, constituído por um número inteiro de partículas, cada uma com energia $h\upsilon$, terá forçosamente de energia um múltiplo inteiro de $h\upsilon$.

Para reforçar esta ideia, a interpretação feita por Albert Einstein (1879-1955) do efeito fotoelétrico (emissão de eletrões a partir de uma superfície metálica por ação de um feixe de luz incidente com frequência suficientemente elevada) não deixava quaisquer dúvidas: a abordagem corpuscular da luz, constituída por partículas com energia $h\upsilon$ (fotões), explicava perfeitamente os resultados experimentais.

Tudo parecia estar bem para o lado da teoria corpuscular da luz, quando os norte--americanos Clinton Davisson (1881-1958) e Lester Germer (1896-1971), ao estudarem a dispersão de um feixe de partículas (eletrões) por um cristal de níquel, obtiveram →

3 Cibelle Celestino Silva e Roberto de Andrade Martins, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 18, n.º 4 (1996)

figuras de difração, compatíveis com a interferência entre ondas, do mesmo tipo do que tinha sido observado por Thomas Young para a luz.

Serão os eletrões, ondas? E os fotões, partículas? Será afinal a luz constituída por partículas e a matéria por ondas?

Tudo terrivelmente confuso e interessante!... Segundo Einstein **"Deus é hábil, mas nunca enganador"**. Se nos sentimos confundidos é porque ainda não aprofundámos o problema o suficiente.

Entra em cena o físico francês Louis De Broglie (Louis-Victor-Pierre-Raymond, 7.º Duque de Broglie, 1892-1987), que explica em 1924 as aparentes contradições entre radiação e matéria, propondo que qualquer partícula material (como os eletrões) bem como os fotões de radiação tenham um carácter dualístico de onda ou de partícula, que exibem conforme as circunstâncias experimentais a que são submetidos (teoria designada por dualismo onda-corpúsculo). Segundo o modelo de De Broglie, assim como a radiação pode, como sucede no efeito fotoelétrico, ser descrita como uma partícula com energia $h\upsilon$ (fotões), um eletrão poderá ser descrito por uma onda de comprimento de onda $\lambda = h/p$, em que p é o seu momento linear (massa × velocidade). Como foi excitante a Física no primeiro quarto do século XX!... É este o último atributo da luz: o desafio, a confusão, a excitação da descoberta! Está em linha com o caráter lúdico, recreativo que já Newton tinha experimentado, mas ultrapassa-o em profundidade e gratificação. E, claro, ajuda a perceber porque a luz é realmente uma coisa muito boa.

Cite-se, a propósito, John Collings Squire, que adiciona à citação de Alexander Pope sobre Newton, atrás referida, o seguinte complemento bem-humorado[4]: "***It did not last: the Devil howling 'Ho, Let Einstein be,' restored the status quo.***"

Tive a sorte de estudar Engenharia Química no Instituto Superior Técnico por volta de 1970. Professores como Jorge Calado, Fraústo da Silva, Bernardo Herold, João Conte e outros que não cito aqui, mas que guardo igualmente na memória, puseram-nos em contacto com a beleza da ciência da luz e das suas técnicas como instrumentos de Engenharia Química. Como poderíamos nós não ser conquistados por toda esta beleza e excitação?

A ciência da luz tem naturalmente múltiplas aplicações práticas e, assim, um impacto substantivo na indústria e na vida.

Vivemos imersos em radiação: ouvimos rádio e vemos televisão, comunicamos através de telemóveis e da Internet, utilizando redes sem fios, as bases de dados estão a migrar para a chamada nuvem, e daí importamos aplicações informáticas. Deixámos de utilizar mapas, substituindo-os pela localização por GPS. A leitura ótica de códigos de barras e os comandos remotos são cada vez mais a regra (TV, portas do carro e da garagem, etc.). Na saúde utilizam-se cada vez mais meios de diagnóstico imagiológicos e instrumentos médicos baseados em tecnologias da luz, na medicina dentária usam-se resinas de cura rápida por radiação e até para nos proteger da exposição ao sol utilizamos cremes com filtros de ultravioleta. Nos materiais de construção civil, como argamassas, tintas e vidros, reforça-se a estabilidade à ação da luz, e já se utilizam nanotecnologias para a obtenção de materiais com propriedades inovadoras. A utilização de radiação permite uma precisão na construção mecânica nunca antes atingida (e.g. corte a laser). A energia que utilizamos incorpora cada vez mais eletricidade de origem fotovoltaica e a iluminação evoluiu das velhas lâmpadas de incandescência para novas tecnologias de maior eficiência energética e com propriedades inovadoras, como são as tecnologias LED (díodo emissor de luz) e OLED (LED orgânico). Enviam-se para o espaço sondas, telescópios e satélites com os quais comunicamos e dos quais recebemos informações rigorosas e complexas, mesmo a enormes distâncias. Na segurança e defesa, a tecnologia da luz é cada vez mais utlizada (e.g. deteção remota, câmaras de infravermelhos e imagens de alta definição). E até na indústria do espetáculo se utilizam cada vez mais tecnologias da luz como hologramas e *lasers*.

Tudo isto integra a chamada **fotónica** (em inglês "*photonics*"), termo que surgiu por volta de 1960 quando o engenheiro e físico norte-americano Theodore Harold Maiman (1927-2007) construiu o primeiro laser (sistema de amplificação de luz por emissão estimulada de radiação). A fotónica é definida como a ciência e a tecnologia para gerar, controlar e detetar fotões (i.e. luz) em todo o espetro da radiação eletromagnética, desde as frequências e energias mais altas (raios gama), até às mais baixas (ondas de rádio). A fotónica poderá vir a ter no século XXI um papel semelhante ao que a eletrónica teve no século XX.

As empresas no ramo da fotónica estão envolvidas nos maiores desafios da sociedade, como a geração e utilização eficiente de energia, o envelhecimento saudável, as mudanças climáticas e a segurança.

Segundo o "2013 Photonics Industry Report"[5], o mercado global deste setor era de 228 mil milhões de euros em 2005 e atingiu os 350 mil milhões de euros em 2011, crescimento acima do dobro do relativo ao PIB global. E para 2020 a perspetiva é conseguir atingir os 615 mil milhões de euros.

Podemos assim concluir que a luz, para além de um relevante tópico científico, constitui também uma importante fonte de atividade industrial e uma atraente oportunidade de negócio. ING

4 John Collings Squire, "In Continuation of Pope on Newton", Poems in One Volume (1926)

5 2013 Photonics Industry Report, www.photonics21.org consultado a 9 de junho de 2015

31% DOS PORTUGUESES TROCAM MENSAGENS ENQUANTO CONDUZEM.
Concentre-se na condução e não use o telemóvel.
Boas Férias em segurança.
Brisa
Concessão
Fonte – Centers for Disease Control and Prevention
COM O APOIO
MEO
NOS
vodafone
ansr
AUTORIDADE NACIONAL SEGURANÇA RODOVIÁRIA

A FOTÓNICA COMO MOTOR DE DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO E SOCIAL DO SÉCULO XXI

MANUEL F. M. COSTA
Departamento de Física, Universidade do Minho, mfcosta@fisica.uminho.pt
Sociedade Portuguesa de Ótica e Fotónica, president@optica.pt

A luz, seja a do sol ou da lua, ou das estrelas, seja a dos pirilampos, a que sai do ecrã da televisão ou das lâmpadas da nossa sala, não só é um dos primeiros veículos de contacto com o mundo que nos rodeia como lhe acrescenta beleza e fascínio, em benefício de todos nós, estando na base da estruturação do nosso mundo moderno e sendo fundamental para o seu desenvolvimento!

A ótica e o estudo da luz que nos maravilha, estimula, e espanta bem desde os primórdios da civilização permitiu descobrir, e compreender, os planetas, as estrelas e as suas relações connosco e com as nossas vidas (Foto 1). E a descoberta e o fascínio continua com os desenvolvimentos que a fotónica vem permitindo e dos quais temos notícias com frequência e cada vez mais. Ainda há pouco a sonda Rosetta que parecia estar perdida há meses deu, graças à fotónica e à "luz" (radiação eletromagnética), sinais de vida e respostas a velhas questões vão ser conseguidas e novos mistérios vão ser revelados e explorados alargando, sempre mais, os nossos horizontes e os do fascinante mundo em que vivemos!

O termo *luz* tem sempre uma conotação positiva sendo a manifestação primeira do *bem* e é sinónimo de progresso e desenvolvimento. A ótica é hoje, reconhecidamente, um dos principais vetores de desenvolvimento das sociedades modernas e uma das principais responsáveis pelos grandes avanços tecnológicos que conformam o nosso dia-a-dia.

A fotónica, que genericamente se pode definir como referindo-se às aplicações da ótica, refere-se especificamente às ciências e tecnologias da produção, manipulação e controle, e deteção de luz... das "partículas" de luz a que chamamos "fotões". Da medicina moderna ao *wifi* e às telecomunicações, nada seria igual sem o precioso contributo da fotónica e do engenhoso aproveitamento das propriedades únicas da luz.

Em termos sociais o impacto da ótica e da fotónica é dos que apresenta um desenvolvimento mais extraordinário, empregando milhões de pessoas em indústrias e serviços e movimentando um mercado de mais de 300 biliões de euros atualmente, devendo certamente superar os 600 biliões de euros até 2020. Acresce o impacto direto e indireto, no desenvolvimento económico e tecnológico, nos mais variados domínios que vem sendo, no início deste século, um dos fatores chave principais do desenvolvimento das sociedades modernas.

Sem o extraordinário desenvolvimento da ótica nos últimos séculos, e da fotónica nas décadas mais recentes, o mundo, tal como o conhecemos hoje, não seria o mesmo e as perspetivas de desenvolvimento seriam bem mais cinzentas...

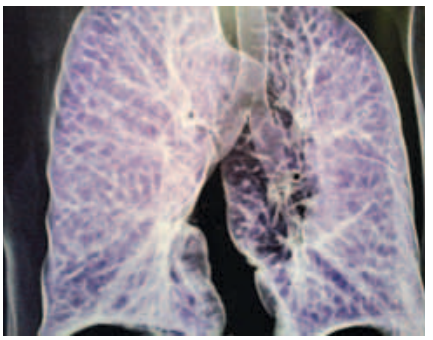
Sem a ótica e fotónica não tínhamos o *wifi*, o *WhatsApp*, ou mesmo toda a fileira das comunicações e telecomunicações. Desconheceríamos a Internet em todo o seu potencial ou mesmo os *smartphones*. A comunicação de informação nesta escala só se tornou possível graças às comunicações óticas (Foto 2). O controlo das características da luz permite-nos trocar quantidades de informação colossais de forma segura e eficiente. Com uma convencional linha telefónica de cobre podíamos realizar umas duas dezenas de chamadas em simultâneo, enquanto uma simples fibra ótica, num sistema que nem precisa ser da melhor qualidade, permite ter milhões de pessoas a falar, a comunicar, ao mesmo tempo.

O aparecimento dos lasers foi decisivo em diferentes áreas médicas, já que permite a aplicação de energias muito elevadas em áreas muito pequenas de forma muito precisa e controlada. A utilização dos lasers permite uma ação mais precisa, rápida e eficaz,

1 – **A chamada "Pequena nuvem de Magalhães" é uma das galáxias mais próximas da nossa Via Láctea que vamos conhecendo cada vez mais profundamente com os recentes avanços da ótica e da fotónica** (cortesia SPIE, spie.org)

2 – **As fibras óticas que nos permitem comunicar com amigos de todo o planeta praticamente sem limites** (spie.org)

com a possível cauterização da incisão e tempos de recuperação em cirurgia consideravelmente mais curtos. De facto, em cirurgia os bisturis mecânicos vão sendo progressivamente substituídos por bisturis fotónicos laser que, para além da função de corte e esterilização, podem ser ferramentas de diagnóstico muito precisas que ajudam e guiam o cirurgião na intervenção. Não tardará muito para que as temidas brocas de dentista desapareçam por completo e tudo será feito com recurso à luz, a mesma luz que desinfeta e trata cáries em estado inicial, tal como hoje já acontece com os branqueamentos dentários. Também no diagnóstico optométrico e oftalmológico a fotónica vem permitindo grandes desenvolvimentos e a oftalmologia é outra área onde os avanços nos lasers são preponderantes, com as cirurgias à córnea ou às cataratas a assumirem-se como procedimentos generalizados e minimamente invasivos. Em muitas cirurgias os bisturis laser permitem precisões de corte e manipulação extraordinários, com riscos de infeção mais reduzidos e recuperações mais breves e favoráveis. Temos ainda as terapias fotodinâmicas, que nos permitem tratar tumores, cancros e outras patologias usando luz, através de instrumentos óticos e fotónicos adequados e compostos fotossensíveis. O efeito fototérmico é já hoje usado em angioplastia na remoção de bloqueios ou estreitamentos na artéria coronária, sendo que sondas laser são também já correntemente usadas em ortopedia para tratamento de cartilagens ou redução de excreções ósseas. A imagiologia vem atingindo níveis de sofisticação, confiabilidade, flexibilidade tal, que tem hoje uma importância decisiva não só no diagnóstico médico mas também nos mais diversos tratamentos e procedimentos clínicos e cirúrgicos (Foto 3). Umas das vantagens especiais dos sensores e instrumentos e métodos fotónicos é a enorme flexibilidade que permite adaptações fáceis às necessidades particulares de cada indivíduo e situação. Na correção de problemas refrativos (desde as comuns problemas de "ver mal ao longe ou ao perto", miopias e hipermetropias, a situações mais complexas) uma grande evolução tem acontecido nos últimos tempos. Novas e melhores lentes de contacto e lentes progressivas vão sendo desenhadas e não faltará muito para termos lentes que se ajustem automaticamente às necessidades dos olhos do utilizador (janelas inteligentes que ajustam a sua transparência automaticamente já não são novidade...) com recurso às técnicas da ótica adaptativa e difrativa e aos novos avanços em miniaturização de sensores fotónicos.



3 – **Em imagiologia médica a ótica e a fotónica têm permitido avanços notáveis, como é exemplo esta imagem de uns pulmões** (spie.org)

O desenvolvimento na área dos sensores óticos tem sido deveras extraordinário e estão presentes em muitas máquinas, aparelhos e utensílios que usamos no nosso dia-a-dia e em praticamente todas as indústrias, permitindo ganhos de produção e controlo de qualidade excecionais. Os veículos automóveis modernos dispõem de um conjunto enorme de sensores fotónicos ligados por fibra ótica (que substitui hoje, já quase por completo, a cablagem elétrica, reduzindo custos e melhorando a segurança e fiabilidade dos sistemas). O mesmo acontece em barcos (desde os pequenos barcos de pesca artesanal aos grandes paquetes) ou aeronaves.

Em qualquer supermercado podemos diariamente e todos os dias, mesmo..., encontrar pescado fresco em grande variedade proveniente de aqua e pisciculturas que não poderiam funcionar, com a eficiência com que o fazem hoje, se não fosse a plêiade de sensores fotónicos que controlam a qualidade da água e o teor de nutrientes ou poluentes, e os sistemas óticos de purificação e mesmo na avaliação do estado de saúde dos próprios peixes... A luz e a fotónica são também fundamentais no controlo de qualidade em produtos alimentares, para potenciar o controlo da maturação de alimentos ou a frescura da carne ou do peixe, por exemplo.

Para além das fontes de luz que purificam a água ou esterilizam os utensílios médicos, as novas lâmpadas economizadoras, e em especial as LED, estão a permitir poupanças de consumo de energia muito significativas, contribuindo para a redução do aquecimento global. Os novos painéis e sistemas conversores de energia garantem um melhor aproveitamento da energia solar com maior flexibilidade. Atualmente, já foram desenvolvidas telhas solares para substituição dos painéis solares tradicionais e haverá tintas e revestimentos que produzem eletricidade por aproveitamento da luz solar, ou outra (a luz que necessitamos para ler o jornal ilumina também, geralmente, todo o resto da sala onde estamos...).

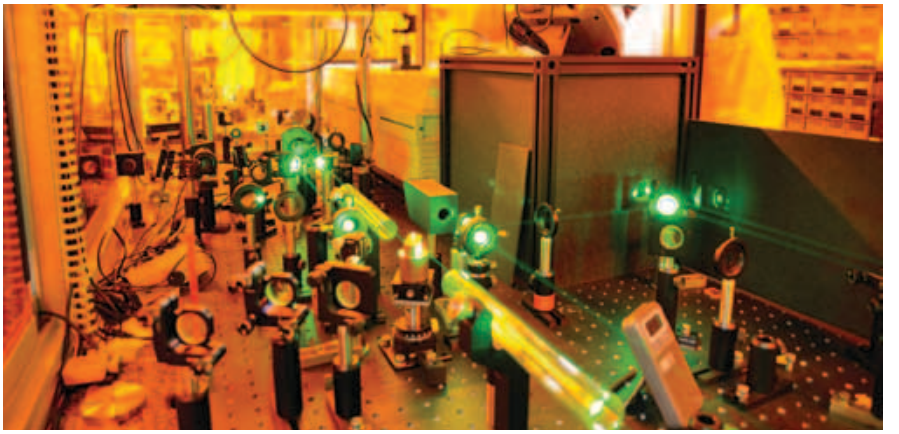
As aplicações da ótica e da fotónica são tão vastas que não há praticamente nenhum domínio que não conte com o precioso contributo da luz. Outra das áreas em grande desenvolvimento é a visualização 3D de objetos, a holografia, mas também a impressão 3D que já tem aplicações práticas de grande utilidade, não apenas na área do entretenimento, mas também, e em especial, na medicina e na indústria. Na automação e robótica, bem como na realidade aumentada e na realidade virtual, a fotónica tem um papel chave e os avanços recentes são extraordinários. Um outro avanço extraordinário que se avizinha generalizar-se é o da computação ótica. O armazenamento ótico de informação é já bem conhecido de todos nós (Foto 4) mas agora é do processamento da informação que se trata. Estes computadores, em que o processamento da informação é inteiramente feito por luz (fotões), serão muito mais rápidos e potentes que os atuais, com ganhos em termos de energia e segurança, e serão, em definitivo, o futuro na área da informática (Foto 2).

4 – **No *data center* da Google a fotónica é fundamental sendo a informação (em quantidades gigantescas...) guardada oticamente** (spie.org)

Se a eletrónica marcou o final do seculo XX, as próximas décadas farão com que o século XXI venha a ser conhecido como o século da fotónica!

São várias as características e propriedades da luz que conhecemos e hoje conseguimos controlar de forma tão precisa que não só podemos encontrar soluções para problemas práticos, em termos genéricos, como somos capazes de criar soluções adaptadas a questões muito concretas, mesmo indo de encontro a necessidades individuais. No caso da correção visual, poderemos corrigir defeitos refrativos de forma a que a ótica se adeque às necessidades do utilizador em permanência, ajustando-se automaticamente quando necessário. Quando alguém vê mal, pode ver mal de forma diferente ao longo do tempo e mesmo do dia e as novas "lentes" vão poder adaptar-se a essas variações. Os avanços da nanofotónica brevemente poderão permitir que as próprias lentes ou as suas armações sejam capazes de segregar fármacos pontualmente, ou regularmente, necessários, ou apenas substituir as gotas oftálmicas de lubrificação que cada vez mais são necessárias face ao uso frequente e constante do computador e dos *smartphones*. Este desenvolvimento do fantástico mundo da fotónica é tão extraordinário que a nossa imaginação parece ser o único limite! Poderá não tardar a termos óculos a servir também para evitar as rugas em redor dos olhos...

No nosso País o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica em ótica e fotónica vem atingindo níveis notáveis. Novos conhecimentos, ferramentas e técnicas vão sendo passados de forma efetiva para o nosso tecido produtivo, quer com o aparecimento de novas empresas e crescimento e desenvolvimento de outras, quer na passagem direta de novas técnicas e produtos da fotónica para o universo industrial português, com o aumento de sofisticação tecnológica e consequentemente de valor acrescentado. Nas mais diversas indústrias, desde a transformadora, aeronáutica e automóvel, têxtil, calçado, de moldes e polímeros, na construção civil e naval, na indústria das energias renováveis, da reciclagem e do ambiente, na pisci e aquacultura, mas também, e de forma extraordinária, na medicina, na imagiologia e diagnóstico médico, cirurgia e farmacologia. Até na cultura e na indústria dos tempos livres a ótica, a luz e a fotónica têm hoje um papel decisivo. Nas telecomunicações a fotónica tem uma das suas facetas mais mediáticas. As fibras óticas e a miríade de componentes e instrumentos fotónicos disponibilizados permitiram e fomentaram uma das maiores revoluções dos nossos dias, sem a qual a sociedade dos nossos dias nunca poderia ser, de facto, classificada de "sociedade do conhecimento". Há muito trabalho pioneiro de qualidade feito por portugueses na área da ótica e da fotónica. Hoje desenvolvemos trabalhos de referência em praticamente todos os domínios da ótica e fotónica, desde a ótica do espaço, à ótica verde ou do ambiente e à ótica do mar, aos laser de potência e ultrarrápidos e suas aplicações (Foto 5), aos sensores fotónicos e de fibras ótica, aos cristais fotónicos e aos revestimentos de micro e nano-estruturas para aplicações óticas, à micro-fabricação, ao processamento e caracterização de materiais (Foto 6), à espetroscopia e astronomia, à holografia, à imagiologia e ao processamento de imagens, à instrumentação médica e biomédica, às fibras óticas, às comunicação *wireless* por satélite e por fibra, à optometria e ótica oftálmica, aos instrumentos óticos e à metrologia ótica.



5 – **Lasers de alta potência e pulsos ultra curtos têm extraordinárias aplicações em investigação médica e ciência dos materiais, entre muitos outros domínios** (Laboratório de Lasers Intensos, IST)

6 – **Corte de um tubo de aço com um laser de CO_2** (spie.org)

Esta pujança e dinâmica levou à criação, no final de 2009, da sociedade científica nacional de ótica e fotónica, a Sociedade Portuguesa para a Investigação e Desenvolvimento em Ótica e Fotónica, SPOF, num espírito de cooperação e partilha, visando o desenvolvimento da ótica e da fotónica em Portugal e da sua visibilidade e reconhecimento internacional. A Sociedade Portuguesa de Ótica e Fotónica (www.optica.pt) tem por missão promover a ótica em todas as suas vertentes, desde a investigação científica às aplicações e inovação tecnológica, não descurando a educação (desde a pré-escola à educação de adultos e à aprendizagem ao longo da vida) e formação. Agregando a comunidade de ótica e fotónica portuguesa, nestes quase seis anos de atividade, e apesar da "crise" que ao nosso País foi imposta e que muito condicionou as nossas vidas e as perspetivas de desenvolvimento (as verdadeiras e sustentáveis, e não virtuais e ou ilusoriamente criadas em vésperas de eleições para mascarar "erros" passados, voluntários ou forçados...), a SPOF elevou o prestígio internacional da fotónica nacional a patamares extraordinários representando Portugal nas principais sociedades e organizações científicas e industriais/tecnológicas internacionais nestes domínios. A SPOF foi aceite em 2011 como membro da Comissão Internacional de Ótica, da Sociedade Europeia de Ótica e da Associação Europeia PHOTONICS21 sendo membro da sua direção (*board of stakeholders*). A SPOF faz também parte da direção da Rede Ibero-Americana de Ótica.

2015, Ano Internacional da Luz, é um ano de celebração em que se espera todos possam apreciar descobrir um pouco mais deste maravilhoso mundo da luz, da ótica e da fotónica! ING

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

O grau de Licenciado (5 anos) obtido antes da adopção do designado "Processo de Bolonha" não foi reconhecido como equivalente ao actual grau de Mestre, com as implicações que daí decorrem para os profissionais de Engenharia, nomeadamente na correspondência entre os níveis de educação e de formação e os níveis de qualificação (Licenciado: nível 6; Mestre: nível 7) (Quadro Nacional de Qualificações – Portaria 782/2009, de 23 de Julho) e EQF (Quadro Europeu de Qualificações).

A Faculdade de Ciências e Tecnologia criou o **"Programa Para Ser Mestre"**, dirigido **à obtenção do Grau de Mestre por Licenciados "Pré-Bolonha"**, o qual permite repor equidade entre os Engenheiros pré e pós-Bolonha.

UNIVERSIDADE
NOVA
DE LISBOA
uma das **50 melhores universidades do mundo** com menos de 50 anos

QS WORLD UNIVERSITY RANKINGS
TOP 50 UNDER 50

Faculdade de Ciências e Tecnologia | UNL
Divisão Académica Tel.: 21 294 8300 (ext.12008 ou 12011)
Email: **div.a.mestrados@fct.unl.pt**

DIÁLOGOS DE SOMBRA E DE LUZ

TERESA PEÑA
Presidente da Sociedade Portuguesa de Física • Departamento de Física, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa
Centro de Física Teórica de Partículas, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

MINIMIZAR TEMPO, MAXIMIZAR SOLUÇÕES

Há uma célebre e muito feliz descrição da luz, segundo a qual "Os fotões que constituem um raio de luz comportam-se com a inteligência de seres humanos: de todas as curvas possíveis selecionam sempre a que corresponde à maior rapidez na obtenção dos seus objetivos." Esta descrição não é um devaneio pitoresco alheio à realidade física. Foi feita por Max Planck, um dos grandes físicos que abriram a porta ao vendaval que a Mecânica Quântica trouxe, primeiro à Física, e depois mesmo a vários domínios da Engenharia e da Tecnologia, tornando-a bem presente na nossa vida quotidiana (mesmo quando não damos por isso).

A descrição feita é um enunciado original dum princípio físico rigoroso, conhecido por princípio de Fermat. Segundo este princípio, o caminho da luz num dado meio é sempre o que minimiza o tempo de percurso entre dois pontos, quer num meio cheio de moléculas, como na água dentro de um copo transparente, quer mesmo num ambiente com pouca densidade de matéria, como um gás, ou mesmo no vazio de matéria, ou quase, como no espaço cósmico entre galáxias.

O princípio de Fermat significa que a luz se desloca como se a luz usasse um computador de bordo para, em cada instante, a cada passo da viagem, calcular a rota de minimização do tempo, a partir da informação em cada momento da qualidade local da estrada, isto é, da matéria do meio em que viaja. E o princípio de Fermat tem consequências, uma delas a refração da luz que se explica e ilustra nos manuais escolares. É devido à refração da luz que um lápis quando mergulhado num copo transparente com água nos parece como quebrado no contacto da superfície da água. Mas é também devido à refração da luz que devemos a rapidez dos sinais de Internet transportados nas fibras óticas.

Se o que é luz, a sua origem, composição, e processamento pelo cérebro humano, tem sido um **problema** central na história do pensamento humano, da ciência e da filosofia, por outro lado, a manipulação da luz é uma **solução** que encontra sempre um problema, na engenharia, na arte, nas comunicações, na medicina, na agricultura, na investigação histórica, na preservação do património... Por esta razão, em 2015, Ano Internacional da Luz, não só se celebram o pensamento e as descobertas sobre a luz, de qualquer tipo, ao longo da história humana, como se divulgam e se incentivam as tecnologias variadas que têm por base essas descobertas, e o seu impacto por sua vez na história e evolução humana.

VER COM LUZ INVISÍVEL

Apenas uma pequena parte limitada do espetro eletromagnético é visível para o olho humano. Mas a criatividade e o engenho humanos foram criando tecnologia variada baseada em alguma forma de luz que nos permite ultrapassar o limite do visível. Assim, conseguimos, por exemplo, com antenas especiais, receber a radiação de fundo, com frequência das micro-ondas, que vindo do início do Universo, revela processos na sua origem e evolução. E conseguimos também espiar com microscópios o interior de estruturas à escala celular e mesmo atómica, e entender como comunicam quimicamente células e bactérias.

Como o corpo humano não é transparente para a luz visível, a compreensão do corpo humano e do seu funcionamento *in vivo* sem recorrer a ações invasivas só se tornou possível com o que se descobriu no século XX no mundo à escala do núcleo atómico da matéria. A imagiologia como meio de diagnóstico resultou da descoberta de luzes invisíveis, emitidas pelos átomos e pelos seus núcleos. Estas radiações em certos casos não são eletromagnéticas, isto é, não são feitas de ondas associadas ao que chamamos fotões, partículas de luz. Isto é, não são, como a luz que usamos em casa e pagamos às empresas produtoras de eletricidade, geradas por oscilações das cargas no interior da matéria. Têm antes por origem a instabilidade de certos núcleos atómicos ou, às vezes, a interação de núcleos com campos eletromagnéticos externos.

LUZ EM CASCATAS

Além da concentração de energia, escondida nos núcleos, e libertada de forma estatística nas radiações nucleares (agora um núcleo, depois outro... sendo a probabilidade de emissão igual para todos), a Mecânica Quântica deu-nos os lasers.

Num laser a emissão é feita por todos os átomos em grupo e coerência, como quando um piparote faz cair, em cascata, todas as peças de um dominó. O piparote ou estímulo, no laser, é um fotão exatamente igual ao que é emitido por cada átomo. A emissão é feita de forma coletiva, por muitos átomos, que respondem todos ao estímulo. A emissão é seletiva (por isso se diz ressonante) da energia. O que torna o laser diferente da cascata de queda de peças de dominó é que cada átomo vai duplicar o fotão que fez de piparote. É como se cada peça de dominó, ao cair, fizesse cair duas outras a seguir, e depois cada uma destas duas, empurrasse outras duas, etc... Daí falar-se em amplificação da luz por emissão estimulada, quando se fala de lasers.

Este comportamento bizarro resulta da quantificação das energias dos estados dos átomos, bem como das leis da Mecânica Quântica para a emissão de energia pelos átomos. Na luz laser, em consequência dessas leis pode gerar-se uma concentração de radiação coerente numa pequena região do espaço. A luz é muito colimada, focada, e sendo também temporalmente coerente é monocromática, de frequência bem determinada.

É a Mecânica Quântica que explica o laser. Foi Einstein, ao querer explicar a lei empírica de Max Planck para a emissão de radiação por um corpo emissor perfeito, que previu a existência do laser. Mas cerca de 50 anos mediaram entre a descoberta da possibilidade e a construção do primeiro laser. A tecnologia por vezes não surge de forma rápida e imediatamente a seguir à descoberta científica.

De uma forma sintética, os lasers têm três grandes aplicações no mundo atual: 1) na Medicina, da neurocirurgia, oftalmologia, à cirurgia cardíaca; 2) na Internet, onde a era do Terahertz substitui a era eletrónica baseada no cobre dos meros 10 biliões de hertz, e sustenta redes socias e e-comerciais globais; 3) na Engenharia e Indústria, onde a capacidade de concentrar energias de 1 MW/cm^2 faz do "laser welding" uma técnica generalizada de montagem e construção; e onde os lasers fazem parte, ainda, do funcionamento das impressoras 3D, para o aquecimento de polímeros.

Hoje, as impressoras 3D são úteis para a iteração e otimização rápida do design. São usadas desde a indústria do calçado, à customização de próteses na medicina, e ao desenvolvimento da engenharia de tecidos e órgãos, permitindo a construção de estruturas vasculares, impossíveis de construir em substratos bidimensionais. No futuro podemos, quem sabe, utilizar impressoras 3D, em que substrato e tinta são um só, para "imprimir o ser".

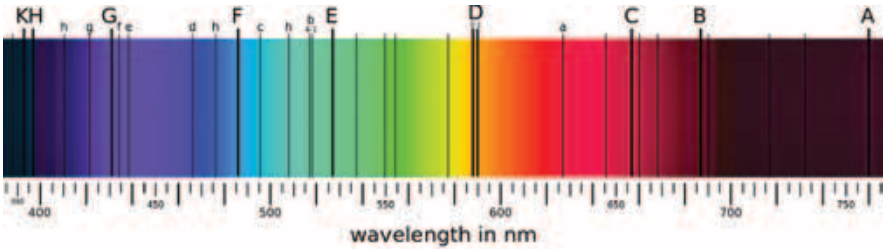
QUATRO HISTÓRIAS DE SOMBRA E DE LUZ

Deixando as previsões futuristas, façamos uma pequena viagem ao passado, onde, tanto na Física como na Engenharia, as Sombras têm sido tão importantes como as Luzes. Escolhemos quatro protagonistas para o ilustrar. Pertencem a épocas bem diferentes, mas têm em comum terem cruzado saberes ou especialidades profissionais, de diferentes naturezas. O primeiro é Eratóstenes que na Antiguidade Grega mediu o raio da Terra, sem sair do Egipto! A determinação foi feita medindo a dimensão da sombra de uma vara em Alexandria à mesma hora em que na cidade de Siena, sobre o trópico de Cancer, a vara não tinha sombra. Apesar dos erros envolvidos (distância entre Siena e Alexandria, as duas cidades não estarem no mesmo meridiano), a determinação de Eratóstenes mostra como Luz/Sombra são soluções à procura de um problema para ser resolvido.

Ibn Al-Haitham

A segunda figura que quero realçar é a de Ibn-Alhazen, ou Ibn Al-Haitham na versão não cristianizada do nome. Este árabe foi essencial na transferência do conhecimento dos gregos para o Ocidente. Autor de um tratado de Ótica, transformou a sua tenda no deserto – onde uma pequeníssima abertura permitia "visualizar" um raio de luz – numa câmara obscura. Estabeleceu a propagação retilínea da luz e investigou o fenómeno de refração.

Alhazen analisou ainda o processo da visão, a estrutura do olho, a formação de imagens. Criticou a teoria da emissão de Ptolomeu e Euclides, segundo a qual seria dos olhos, e não dos objetos, que partem os raios de luz. Mas incapaz de perceber a formação única de imagem de um objeto, a partir dos raios enviados em todas as direções pelos objetos, também não defendia a teoria da "intromissão" de Aristóteles, e criou a sua própria teoria em que as imagens seriam criadas pelos raios que chegassem perpendiculares aos olhos, mais fortes que os oblíquos. Mas, definitivamente, o que se destaca em Alhazen é o rigor e exigência de atitude. Muito antes de Galileu e Descartes, escreve, de forma notável: "O dever de um homem que investiga os escritos de cientistas, se



Fraunhofer e a análise da luz das estrelas com um espetroscópio

aprender a verdade é o seu objetivo, é fazer-se a si próprio um inimigo de tudo o que lê, e, ... atacá-lo de todas as perspetivas. Também deve suspeitar de si mesmo ao fazer esse exame crítico, para evitar cair em preconceito ou leniência".

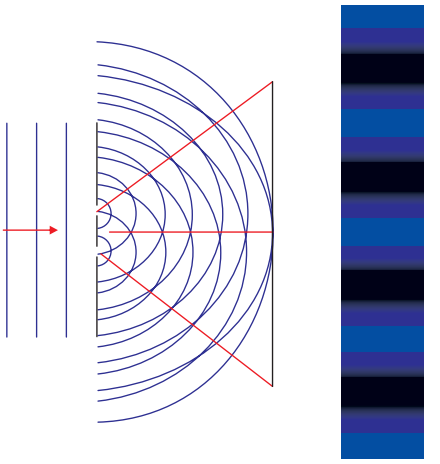
O terceiro personagem que escolhi é do século XVIII: Joseph Fraunhofer. Foi operário de uma fábrica de vidros e essa sua aprendizagem levou-o a fazer aquilo que Newton não chegou a fazer: associar ao telescópio um prisma de vidro e analisar a luz das estrelas. Colocando redes de difração (obstáculos de pequena dimensão) entre as estrelas e o telescópio foi o criador da Astrofísica moderna, permitindo que se conhecesse o conteúdo do Universo sem sair da Terra, que se conhecessem os elementos químicos desse Universo a partir da luz das suas estrelas! As riscas pretas dos espetros obtidos no espetroscópio de Fraunhofer e que ele, à frente do seu tempo, não conseguia entender, foram as sombras que serviram mais tarde de chave para conhecermos o Universo fora da Terra.

O quarto personagem, Pierre Janssen, é um astrónomo do fim do século XIX, um viajante que perseguia, em vários locais da Terra, fenómenos astronómicos. Em particular, em 1874, por ocasião do trânsito de Vénus – a projeção da sua sombra no disco solar possibilitada pelo alinhamento dos três astros – associou ao telescópio o revólver fotográfico. Foi pois um precursor da câmara de filmar, tendo utilizado a ilusão cinematográfica, de movimento contínuo a partir de uma sequência de fotografias, para determinar com precisão o momento da entrada de Vénus na imagem do disco solar. Com esta técnica pôde determinar com precisão a distância Terra-Sol. Também, na observação de um eclipse solar na Índia, notou uma linha amarela brilhante com um comprimento de onda de 587,49 nanómetros no espetro da cromosfera do sol. Interpretou-a como a existência de um elemento desconhecido, hélio. Quando expôs a descoberta foi ridicularizado porque nunca se havia detetado nenhum elemento no espaço antes de ser encontrado na Terra. A ignorância nem sempre é humilde e o preconceito existe nos cientistas.

A ESTRANHEZA QUÂNTICA

Se os trabalhos de Eratóstenes, Alhazen e Pierre Janssen evidenciam a natureza corpuscular da luz que explica uma direção retilínea de propagação, e por conseguinte a formação de sombras bem delimitadas, o fenómeno de difração numa rede, como a utilizada por Fraunhofer na análise da luz das estrelas, evidencia, mesmo antes do desenvolvimento da Mecânica Quântica, a estranheza do comportamento como onda da luz: a capacidade de formar sombras de contorno indefinido.

Às vezes, a luz é mesmo uma onda, isto é, contorna obstáculos e cria sucessões de luzes e sombras (máximos e mínimos de intensidade) por detrás desses obstáculos. Se nos interessa aqui a importância das sombras para a Física e a Engenharia, convém lembrar, no entanto, que além dos físicos, também na arte, os grandes pintores se fascinavam com a formação das sombras, e no desenvolvimento da Ótica no século XVIII a pintura teve certamente o seu papel.



A formação de Sombras e Luz na difração

Mas se na difração a luz parece não ser feita de partículas, e parece antes ser uma onda, estavam Ibn-Alhazen e Newton errados? Não, pois a luz pode ser, de facto, as duas coisas. Esta é uma característica aliás comum também à matéria, aos átomos e moléculas, e é isso que a Mecânica Quântica estabeleceu. As partículas também são ondas. Nisso, luz e matéria são semelhantes. A estranheza quântica da Luz veio para ficar.

No início do século XX, Einstein explicou que embora onda, é porque a luz se comporta também como um aglomerado de partículas, os fotões, que a luz é capaz de gerar impulsos elétricos ao incidir em metais – o que

é utilizado hoje nas células fotoelétricas tão vulgarizadas na nossa vida de todos os dias – que dependem da frequência incidente. Este efeito fotoelétrico permite também a nossa visão, sendo que células da retina são verdadeiros fotomultiplicadores, embora não metálicos, mas bioquímicos. Os bastonetes da retina conseguem ser pois sensíveis a apenas um fotão de luz e permitem-nos alguma visão na escuridão (com maior sensibilidade ao azul-verde), o que certamente nos deve ter sido útil na seleção natural!

A IMAGIOLOGIA DE HOJE E AMANHÃ?

Hoje existe tecnologia em que a utilização de luzes diferentes permite fazer cartografias do cérebro para determinar que regiões se ativam numa dada tarefa, por um lado, ou imagens de tumores, por outro.
Além dos raios x, as técnicas de imagiologia que servem o diagnóstico de doenças e a investigação do funcionamento do corpo humano utilizam as propriedades do núcleo atómico. Na tomografia de emissão de positrões (PET) leva-se às células, por exemplo, Fluor 18, emissor de positrões, as antipartículas dos eletrões, através de uma substância Fluorodesoxiglicose, F18-FDG. As células com alto consumo de glicose, com muitos transportadores membranares, como as células tumorais, ficam assim visíveis porque os positrões gerados na F18-FDG se aniquilam com os eletrões dos átomos das células, dando luz, raios gama. Com a deteção destes, que advêm dos choques da matéria-anti-matéria, reconstrói-se a posição das células. E como as imagens de PET se baseiam no metabolismo da glucose, a informação obtida é funcional e permite identificar especialmente células tumorais.
Noutra técnica de imagiologia, Ressonância Magnética (RM), vê-se a luz emitida pelos movimentos provocados nos núcleos dos átomos, possuidores de um momento magnético, e por isso sensíveis a campos eletromagnéticos. Embora a resolução das imagens de RM não aceda à escala molecular das imagens PET, a resolução temporal pode ser associada às imagens RM, tornando-as ideais para estudos do funcionamento do cérebro.
Pode tudo vir a ser iluminado e explicado com os avanços da nossa capacidade de manipular e aproveitar luzes diferentes?
O escritor Ian Mcwan, na novela Saturday, deixa suspensa a interrogação que ainda transcende a ciência atual: "The brain's fundamental secret will be laid open one day. But even when it has the wonder will remain. A mere wet stuff can make the bright cinema thought: vision, sound, touch. Can it ever be explained how matter becomes consciousness?"
No ponto onde estamos, físicos e químicos ainda têm a noção dos seus limites, bem esclarecidos com o exemplo de Weisskopft, um físico nuclear de grande prestígio: "A Beethoven sonata is a natural phenomenon which can be analyzed physically by studying the vibrations in the air, as well as chemically, physiologically and psychologically by studying the processes at work in the brain of the listener. However, this kind of analysis does not touch what we consider relevant and essential in a Beethoven sonata – the immediate and direct expression of the music. In the same way, one can understand a sunset or the stars in the night sky in a scientific way, but there is something about experiencing these phenomena that lies outside science".
Até quando será assim? ING

PUBLICIDADE

GESTÃO E AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA

OBJETIVOS
Aprofundar os principais conceitos e modernas técnicas de gestão, finanças e avaliação aplicáveis ao setor imobiliário.

DESTINATÁRIOS
Licenciados em Engenharia, Arquitetura, Gestão e Economia.

MESTRADO (9ªed.)

Coordenação — Prof. Doutor João Carvalho das Neves
Prof.ª Doutora Inês Pinto
Prof. Doutor Joaquim Montezuma de Carvalho

Horário: Pós-Laboral **Duração:** 24 meses

PÓS-GRADUAÇÃO (15ªed.)

Coordenação — Prof. Doutor João Carvalho das Neves
Prof. Doutor Amaro Naves Laia
Prof. Doutor Joaquim Montezuma de Carvalho
Prof.ª Doutora Inês Pinto

Horário: Pós-Laboral **Duração:** 252 horas

Cursos acreditados pela

RICS the mark of property professionalism worldwide

Confere a certificação de perito avaliador de Imóveis, pela CMVM, e de acesso aos percursos profissionais previstos pela RICS.

Nota: O 1ºano corresponde à Pós-Graduação e o 2ºano corresponde ao Mestrado.

*Mentes abertas para um mundo em mudança. ** Universidade de Lisboa: SIR Iber 2015 (www.scimagoir.com/sir_iber.php); Best Global Universities 2014 (www.usnews.com/education/best-global-universities/rankings); Academic Ranking of World Universities 2014

ACCREDITATION
ASSOCIATION OF MBAS ACCREDITED
RICS

MEMBER
ISEG IS A MEMBER OF AACSB INTERNATIONAL
EFMD

RANKING
CERTIFICATION

ISEG - LISBON SCHOOL OF ECONOMICS & MANAGEMENT
RUA DO QUELHAS, 6, 1200-781 LISBOA / PORTUGAL
TEL.: (+351) 21 392 58 00
E-MAIL: SPG@ISEG.ULISBOA.PT

TECNOLOGIAS DA LUZ 2015

ANTONIETA LOUREIRO
Engenheira • Diretora-geral da OSRAM

Sendo a OSRAM na sua essência uma empresa dedicada à produção de luz artificial, foi com muito agrado que recebemos a notícia que o ano de 2015 foi nomeado pela UNESCO como o "Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas na Luz".
Com mais de 100 anos de vida, a OSRAM tem dedicado toda a sua existência à produção de luz artificial. Todos sabemos a importância da luz artificial, conhecemos os avanços tecnológicos e experimentamos as melhorias que a luz artificial tem proporcionado à nossa qualidade de vida.
Neste âmbito, propomo-nos detalhar um pouco duas tecnologias: a tecnologia LED e a tecnologia OLED. Apesar de já serem hoje sobejamente conhecidas, entendemos que serão ainda alvo de novos desenvolvimentos tecnológicos e de performance num futuro próximo.

Os LED, ou os Light Emitting Diode, começaram a ser utilizados em iluminação geral com alguma expressão em 1996 e, em poucos anos, em 2015 atingiam já uma eficácia luminosa de 160lm/W, ultrapassando de imediato e num curto espaço de tempo algumas tecnologias de produção de luz artificial tradicionais existentes, tais como a incandescente, o halogéneo, as fluorescentes compactas economizadoras de energia e mesmo as próprias lâmpadas fluorescentes tubulares.
É uma tecnologia que tem um limite físico por si só, de cerca de 240lm/W. Neste momento, nos mais eficazes, atingimos valores entre os 160lm/W e os 200lm/W. Há sem dúvida ainda algum espaço de desenvolvimento para esta tecnologia.
Um díodo (Figura 1) emissor de luz é um semicondutor que emite luz num espectro estreito quando eletricamente polarizado diretamente.

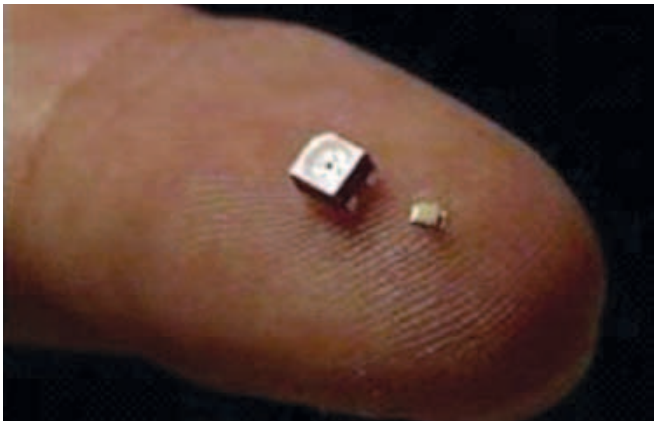


Figura 1 – **Comparação de dois tipos de díodos com o dedo humano**

O LED é composto basicamente por um "chip" e por uma moldura de suporte ou "lead frame". O "lead frame" confere-lhe robustez, dissipação de calor e condução elétrica através do ânodo e do cátodo. O "chip" é ligado ao "lead frame" por um cabo de ligação e confere-lhe as características de emissão, tais como cor ou temperatura de cor, fluxo luminoso, eficácia, etc. Podemos ter ainda um refletor e uma ótica (Figura 2).

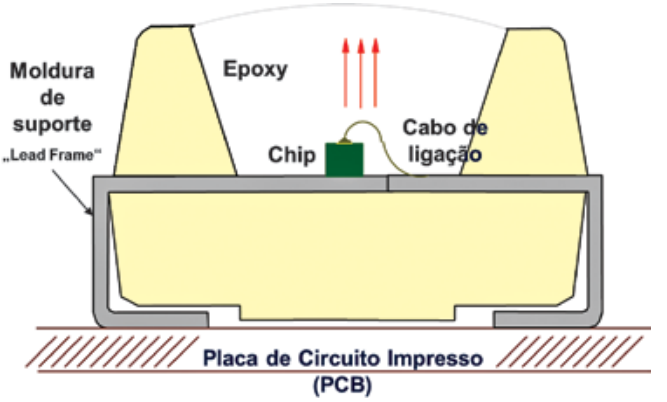


Figura 2 – **Estrutura simplificada de um LED**

Esse díodo semicondutor, quando sujeito a uma corrente contínua, emite um fluxo luminoso proporcional à corrente direta. Cada LED na sua utilização necessita de parâmetros elétricos específicos e fornecidos pelo fabricante para funcionar. Um dos parâmetros mais importantes é a "Forward Current", que na grande maioria dos casos determina a fonte de alimentação ou "drive" a utilizar em determinada aplicação de LEDs. Por exemplo, uma luminária de escritório.
A produção de luz branca por um LED pode ser feita através de dois processos.
A tecnologia RGB, onde dentro de cada "chip" temos as três cores: um vermelho (R), um verde (G) e um azul (B). Essas três cores em conjunto vão produzir a luz branca. Mais recentemente surgiu a tecnologia "deep blue", em que um LED com um "chip" azul coberto com uma camada de fósforo vai converter a luz azul nas várias tonalidades de branco que utilizamos em iluminação geral (branco quente, branco frio, etc.). Trata-se de uma tecnologia muito equivalente à usada nas lâmpadas fluorescentes tubulares na conversão da radiação ultravioleta produzida na luz branca visível de várias tonalidades.
O LED também tem uma cadeia de produção completamente identificada e distinta de uma fonte tradicional de luz artificial.
Primeiro produzimos a bolacha ou "Wafer", como é vulgarmente conhecida. Depois essa "Wafer" é transformada num "chip", que é inserido num "package" e neste momento temos o que designamos por LED. Depois esse "package", o LED, é montado num PCB e criamos o módulo LED, que por sua vez está preparado para as mais diversas aplicações, sejam elas no campo da iluminação geral ou mesmo noutras áreas como a iluminação automóvel exterior ou interior.
Em resumo, as principais vantagens dos LEDs são: longa duração, boa manutenção do fluxo luminoso ao longo da vida, robustez e a resistência à vibração, funcionamento em baixa tensão, dimensão

pequena e compacta que possibilita uma variedade de soluções de aplicação. Além disso, tem a possibilidade de regulação do fluxo, acendimento instantâneo, controlo de cor e fluxo, sendo portanto amigo do ambiente na sua composição, não emite radiação ultravioleta ou infravermelha e, em cada vez mais aplicações, proporciona maior eficácia que as fontes de luz convencionais.

Figura 3 – **Aplicação LED em iluminação geral**

Os OLEDs, ou Organic Light Emitting Diodes, são semicondutores de material orgânico.

A estrutura do OLED é composta por camadas de materiais orgânicos colocados entre o ânodo e o cátodo, sobre uma base, como por exemplo um substrato de vidro e encapsulados (Figura 4).

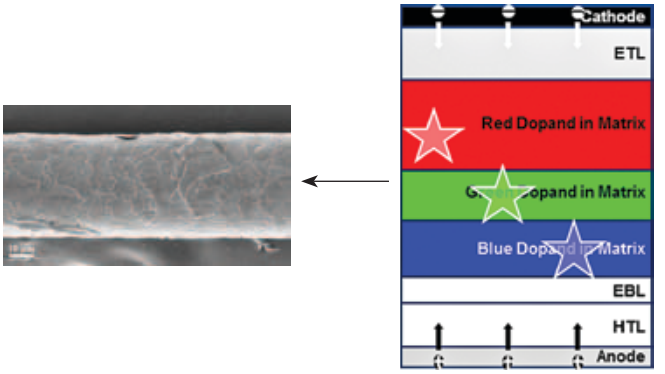


Figura 4 – **Comparação do corte da camada ativa do OLED com um cabelo humano**

As características que já conseguimos identificar nesta tecnologia tão recente são muito promissoras para aplicações de iluminação. Por exemplo, o facto de se tratar de uma fonte de luz superficial onde a emissão de luz se dá numa área e não num ponto, como é o caso do LED. O OLED não tem encandeamento, porque mais uma vez, a área de emissão de luz é superior à área de emissão de luz pontual do LED. Liga instantaneamente e permite a regulação de fluxo a 100%. É uma tecnologia amiga do ambiente nos materiais que o constituem. É energeticamente eficiente e sem emissão de radiação ultravioleta. Mesmo o seu manuseamento é tecnicamente mais simples que o do LED. É ultrafino e está disponível em várias versões, cores transparentes e espelhadas, etc.

Esta tecnologia tem, em nossa opinião, aplicação em três áreas perfeitamente distintas: a área automóvel, área especial e iluminação geral. Na área automóvel, a aplicação do OLED passa por luzes traseiras e iluminação interior, que, pelas suas características, fiabilidade e custos, o tornam uma fonte de luz muito atrativa e diferenciadora.

Na área designada especial, a aplicação do OLED lighting em mobiliário e na iluminação decorativa abre as portas a um modelo conjunto de negócio entre setores ainda pouco explorado.

Finalmente, a área da iluminação geral, onde a novidade é a aplicação de fontes de luz em equipamentos não profissionais, como por exemplo objetos de arte.

Atualmente, a OSRAM já tem disponível a terceira geração do produto comercial que desenvolvemos. É um módulo semiacabado denominado ORBEOS, que nasceu comercialmente em 2009. Em 2014 este módulo possuía já 3.000cd/m^2; 65lm/W, 15.000 horas (LT70) e estava disponível com uma área de 110 cm^2.

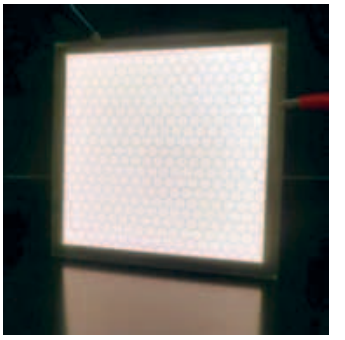


Figura 5 – **ORBEOS Terceira Geração**

Temos grandes expectativas para este produto e pensamos que já em 2015/16 iremos entrar numa fase crucial de desenvolvimento, à qual designamos por fase de transição, onde ainda estamos a trabalhar na competitividade técnica do produto e apenas para aplicações *premium*.

Achamos que esta tecnologia vai ter um desenvolvimento e crescimento extremamente rápidos e pensamos que entre 2018 e 2020 já estará numa fase de penetração com um crescimento constante e disponível em produtos estandardizados, tentando já conquistar algumas soluções de massa. Nesta fase pensamos que o OLED possa já alcançar os 125lm/W, 40.000 horas a L70 e as 300cd/m^2, ultrapassando já alguns dos LEDs disponíveis hoje.

Em resumo: três aplicações a considerar sendo elas a área automóvel, a área especial e a iluminação geral e três características a explorar, nomeadamente a transparência e o efeito espelhado, associada ao processo criativo; a flexibilidade e o perfil reduzido, abrindo novos modelos de negócios em setores diversos.

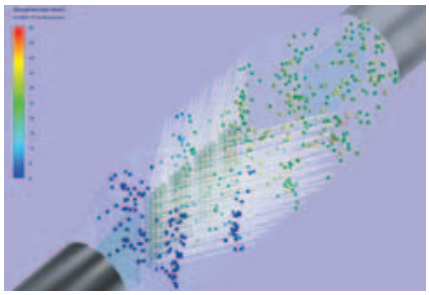
Figura 6 – **Aplicação OLED**

Com tantas possibilidades que os LEDs e que os OLEDs lighting nos podem oferecer, fica a questão: até onde irá a iluminação do futuro? ING

RADIAÇÃO UV NO TRATAMENTO AVANÇADO DA ÁGUA

RUI SANTOS CRUGEIRA
Engenheiro Eletrotécnico • CEO da Linha D'Água, Engenharia e Ambiente

A luz ultravioleta é a porção do espetro eletromagnético, com comprimento de onda entre 100 e 400 nm. Hoje em dia, a radiação UV é aplicada de forma generalizada nos mais diversos setores de atividade científica e industrial, como por exemplo a impressão, instrumentação, medicina, investigação forense, eletrónica, análise de ADN, entre outras. Uma das aplicações mais comuns é a desinfeção da água. Dentro da gama UV, o comprimento de onda com efeito germicida está compreendido entre os 200 e os 300 nm, com um pico nos 260 nm. O Sol é a maior fonte de radiação UVC, que por sua vez é filtrada na camada de ozono e atmosfera. Foi com base neste princípio que a indústria de UV concebeu fontes artificiais de UVC, com recurso a lâmpadas de vapor de mercúrio. Estas lâmpadas emitem diferentes comprimentos de onda sendo o seu espetro monocromático ou policromático, em função da pressão do vapor de mercúrio no seu interior. No caso das lâmpadas de baixa pressão, as mesmas podem classificar-se como sendo monocromáticas, uma vez que têm um pico de radiação UVC no comprimento de onda de 253,7 nm. A proximidade entre este valor e o comprimento de onda, cuja eficácia na inativação dos microrganismos é máxima (260 nm), tornou viável o desenvolvimento de aplicações de desinfeção, com recurso a fontes artificiais de UVC.



DESINFEÇÃO POR UV EM ÁGUA

Durante o século XX, o recurso a produtos à base de cloro foi o método mais utilizado na desinfeção de água. O seu baixo custo, associado a um total desconhecimento dos DBP (*disinfection by-products*), tornou este método de desinfeção muito popular em todo o Mundo. Na segunda metade do século XX, os desenvolvimentos tecnológicos ocorridos na indústria UV e a descoberta dos subprodutos resultantes da desinfeção com cloro, cujas consequências nas populações não são totalmente conhecidas, resultou numa crescente utilização da radiação UV na desinfeção de água potável.

Em paralelo, foi descoberta a alta eficiência da radiação UVC na inativação do Cryptosporidium e da Giardia e a resistência destes Protozoários ao desinfetante cloro.

Nos últimos 20 anos, foi igualmente levantada a questão da presença de micropoluentes na água potável, oriundos de diversas fontes, como sejam os pesticidas na agricultura, Geosmina ou o próprio Homem, devido aos fármacos utilizados. A indústria de UV desenvolveu uma solução de tratamento, recorrendo a um processo de oxidação avançada, combinando H_2O_2 e radiação UV. Partindo-se de uma conduta de água em pressão, é feita uma injeção de H_2O_2. A jusante é instalado um reator UVC. Devido à ação da radiação UV (Dose > 100 mJ/cm^2), a partir das moléculas H_2O_2, são gerados radicais hidroxilos OH^-, com elevado poder oxidante. A decomposição dos compostos orgânicos é feita em simultâneo pela ação da radiação UV (fotólise) e pela oxidação (radicais OH^-). Paralelamente, também se desenvolve o processo de desinfeção em função das elevadas doses UVC. Todo o processo de doseamento de H_2O_2 e radiação UV é controlado, tendo por base algoritmos complexos. O crescente grau de exigência na qualidade da água levou a que nalguns países muitas entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água optassem por uma estratégia do tipo multi-barrier, recorrendo-se a mais do que uma tecnologia, sendo o caso mais comum a combinação UV + Cloro (residual).

DESINFEÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS

O cloro foi mais uma vez o desinfetante primariamente utilizado no controlo microbio-

Maior Sistema de Desinfeção por UV de Água Potável do Mundo (2011)	
Cidade servida	Nova Iorque, Estados Unidos da América
Zona de captação	Catskill/Delaware e Croton
População equivalente	10.500.000
Caudal total	123 m^3/seg.
76 reatores UV com lâmpadas LPHO	

lógico dos efluentes das ETARs. Dificuldades técnicas na desinfeção de águas residuais com cloro, nomeadamente a necessidade de se construírem volumosos tanques de contacto e consequências negativas para o meio ambiente, levou a que, gradualmente, o cloro tenha sido substituído como método de desinfeção de águas residuais pela radiação UV. Nos anos oitenta, foram instalados os primeiros sistemas de desinfeção de águas residuais por ultravioleta em canal aberto. Atualmente, em todo o Mundo, estima-se que um total de 50.000 ETARs tenham sistemas de desinfeção por UV.

A escassez de água para consumo humano ou para rega levou ao desenvolvimento de tecnologias de reutilização de água residual tratada. Para se obter este produto com qualidade mínima para, por exemplo, rega agrícola ou de espaços verdes, é necessário uma etapa de desinfeção. Tomando por referência o coliforme fecal, a sua concentração final deverá ser inferior a 2,2-100CF/100ml, consoante a aplicação específica e legislação em vigor. A radiação ultravioleta é o método mais utilizado para controlo dos níveis microbiológicos de água residual reutilizada.A combinação UV (desinfeção principal) + cloro (desinfetante residual) é a opção mais utilizada, quando a distribuição e utilização do produto "água residual reutilizada" não é imediata.

SITUAÇÃO EM PORTUGAL

Em 1996 foi instalado em Portugal o primeiro sistema de desinfeção por UV em canal para águas residuais. Atualmente, perto de duas centenas de ETARs em Portugal têm instalado, pelo menos, um sistema de desinfeção por UV. A grande maioria das aplicações consiste no controlo microbiológico, para níveis de 1.000 CF a 2.000 CF/100ml. Existem ainda pequenas aplicações de reutilização de água residual. O potencial de reutilização de águas residuais para rega, em Portugal, é enorme. Os custos de implantação destes sistemas, nomeadamente o transporte da água tratada desde os pontos de produção (ETAR) até aos locais de utilização, são o maior entrave na reutilização de água residual.

A utilização de ultravioletas no tratamento de água para consumo pelas entidades gestoras dos sistemas de abastecimento é muito escassa. A legislação em vigor, conjugada com uma cultura na utilização do cloro como agente desinfetante principal, têm impedido que outras tecnologias de desinfeção de água potável sejam utlizadas.

CUSTOS DE INVESTIMENTO E EXPLORAÇÃO

Os primeiros sistemas de desinfeção de água por UV instalados requeriam um elevado investimento de capital e custos de exploração igualmente elevados, relativamente a outras tecnologias convencionais, como sejam o cloro. No entanto, a evolução tecnológica dos sistemas UV, ocorrida nos últimos 15 anos, fez baixar significativamente os custos de investimento e exploração deste tipo de sistemas:

- Melhoria na eficiência dos reatores UV em mais de 50%, com recurso à tecnologia CFD;
- Durabilidade das lâmpadas UV de 5.000 horas (1990) para 20.000 horas;
- Melhor conhecimento da cinética de inativação dos microrganismos na presença de radiação UVC (sistemas corretamente dimensionados);
- Avançados sistemas de limpeza automáticos das mangas;
- Nova geração de lâmpadas de baixa pressão, mais eficientes e com potências unitárias até 1.000 W (redução no n.º de lâmpadas / (m^3/h)).

CONCLUSÕES

Presentemente, a tecnologia UV disponibiliza um vasto conjunto de soluções no tratamento avançado da água. Um equipamento UV é muito mais do que uns tubos de quartzo com uma qualquer lâmpada no seu interior. Caso não se domine todos os conceitos que estão por trás da desinfeção por UVC corre-se o risco de uma desadequada seleção de equipamento, potenciadora de situações de sub ou sobredimensionamento. Estes problemas são extensíveis à exploração dos sistemas. Elevados custos de exploração, ou dificuldade no cumprimento regular dos objetivos de desinfeção, são situações que podem ser evitadas. É fundamental o investimento em conhecimento na tecnologia UV, da parte de todos os agentes, bem como um maior envolvimento da comunidade científica, incluindo as universidades. ING

Tabela de Custos de Investimento e Exploração para aplicações típicas de radiação UV em Água

Aplicação	Investimento a)	Consumo Energético	Custos de Exploração Totais
Desinfeção Água Potável (D=40 mJ/cm^2) b)	51 € / (m^3/h)	0,006 KWh / m^3	0,002 € / m^3
Desinfeção Água Residual (D=14 mJ/cm^2) c)	70 € / (m^3/h)	0,02 KWh / m^3	< 0,01 € / m^3
Reutilização de Água Residual (D=24 mJ/cm^2) d)	125 € / (m^3/h)	0,04 KWh / m^3	0,02 € / m^3
Oxidação Avançada H_2O_2+UV e)	500 € / (m^3/h)	0,09 KWh / m^3	0,04 € / m^3

a) Equipamento
b) Dose típica para água de consumo @ UVT ≥ 90%
c) Dose típica; UVT ≥ 55%; SST ≤ 30 mg/l; 2000 CF/100 ml
d) Dose típica; UVT ≥ 55%; SST ≤ 20 mg/l; 100 CF/100 ml
e) Valores típicos para redução de Geosmina em 0.5 log e 0.23 log de MCPA (herbicida)

GOTAS DE CRISTAL LÍQUIDO

P.L. ALMEIDA[1,2] • L.E. AGUIRRE[1] • J.L. FIGUEIRINHAS[3] • M.H. GODINHO[1*]
[1] I3N – CENIMAT, Departamento de Ciência dos Materiais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa
[2] Área Departamental de Física, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
[3] Departamento de Física e CeFEMA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa
* mhg@fct.unl.pt

Os materiais com propriedades líquidas cristalinas entraram no nosso quotidiano pela via da sua utilização massiva na tecnologia dos mostradores, desde o relógio de pulso digital, aos ecrãs planos de televisão e de computador, com elevada resolução ótica, conhecidos pela sigla LCD (*Liquid Crystal Display*), até às janelas de transparência regulável. Na base da construção de todos estes dispositivos está a interação dos cristais líquidos (CLs) com a luz. Os CLs possuem características únicas que incluem uma elevada birrefringência aliada a uma fácil reorientação das moléculas anisométricas que os constituem por ação de campos elétricos ou magnéticos de baixa intensidade. As fases líquidas cristalinas partilham com os líquidos isótropos a capacidade de fluir e a incapacidade de transmitir tensões mecânicas, e com os cristais a anisotropia das propriedades óticas, elétricas e magnéticas. Em 1888 o botânico austríaco Friedrich Reinitzer identifica, por variação da temperatura, no benzoato de colesterilo, uma fase intermédia turva, entre o sólido cristalino e a fase líquida transparente isótropa, a qual foi mais tarde denominada de líquida cristalina. Seguiu-se desde então um grande desenvolvimento destes materiais, em particular nos últimos 40 anos, conduzido por inúmeros investigadores dos quais se destaca o físico francês Pierre-Gilles de Gennes galardoado em 1991 com o Prémio Nobel da Física[1].

Os CLs podem ser divididos em termotrópicos, em que as mesofases (fases intermédias entre o estado líquido e o sólido) são induzidas por variação da temperatura (que incluem os CLs mais utilizados em aplicações tecnológicas) e os liotrópicos em que o aparecimento das fases mesomórficas é determinado pela variação da concentração de um solvente num sistema soluto-solvente e que podem também ser identificados em inúmeros sistemas biológicos, incluindo as paredes celulares. A organização molecular que caracteriza as diferentes mesofases está fortemente correlacionada com

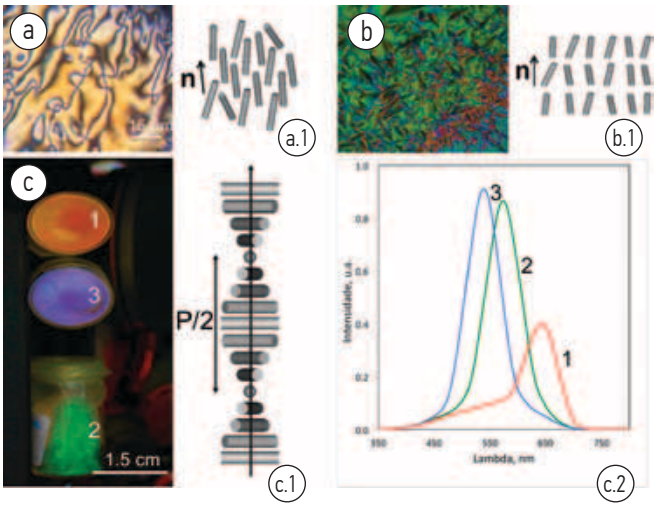


Figura 1
a) Textura estriada característica de uma fase nemática;
b) Textura com cónicas focais característica de uma fase esmética A (moléculas perpendiculares aos planos das camadas), observadas em transmissão no microscópio ótico com luz polarizada, entre polarizadores cruzados;
a.1) Organização molecular de uma fase nemática calamítica;
b.1) Organização molecular de uma fase esmética A;
c) Cores estruturais de uma fase nemática quiral;
c.1) Estrutura helicoidal da fase nemática quiral ou colestérica. P representa o passo da hélice colestérica;
c.2) Espetros em reflexão das amostras 1, 2 e 3.

1 P. De Gennes e J. Prost em *The Physics of Liquid Crystals*, Vol. Oxford University Press, Oxford, 1993.

a forma das moléculas que as constituem e que nos termotrópicos podem ser, por exemplo, calamíticas, discóticas, sanídicas, piramídicas, poliméricas, conforme as moléculas se assemelham, respetivamente, a um bastonete, um disco, uma tábua, uma pirâmide ou uma sucessão de unidades repetitivas. As aplicações tecnológicas dos CLs têm sido baseadas sobretudo na utilização de fases termotrópicas de moléculas calamíticas, que apresentam essencialmente estruturas nemáticas, nemáticas quirais e esméticas. Comum à maioria das mesofases é a existência de um diretor **n**, vetor unitário, que define a orientação média do eixo molecular mais ordenado[2]. Na fase nemática as moléculas alinham-se segundo uma direção comum mas com os seus centros de massa aleatoriamente distribuídos como num líquido isótropo (Figura 1.a e 1.a.1). Os nemáticos quirais são constituídos por moléculas quirais e são nemáticos torcidos em torno de um eixo perpendicular ao diretor. Costuma definir-se o passo (*P*) da hélice da fase nemática quiral ou colestérica como a distância entre as pseudo-camadas nemáticas para a qual o diretor roda de 2π (Figura 1.c, 1.c.1 e 1.c.2). Se o valor de *P* da estrutura colestérica se encontrar no domínio do visível o material apresenta cores estruturais tal como se mostra na Figura 1.c. Nas fases esméticas as moléculas para além de se alinharem segundo uma direção comum também se dispõem em camadas com diferentes organizações moleculares (ver, por exemplo, Figura 1.b.).

Em geral, variações espaciais de n acarretam um custo energético e por isso os CLs apresentam a chamada elasticidade de orientação, em equilíbrio **n** tende a ser uniforme na amostra. Associado ao diretor **n** é definido um parâmetro de ordem S que quantifica o grau de alinhamento das moléculas em torno de **n** e é dado pela média estatística da função

$$\left(\frac{3}{2}\cos^2\theta - \frac{1}{2}\right)$$

em que θ é o ângulo entre **n** e o eixo mais ordenado de cada molécula,

$$S = \left\langle \frac{3}{2}\cos^2\theta - \frac{1}{2} \right\rangle^{3}.$$

Uma das células óticas mais utilizadas é a chamada "*Twist Nematic cell*" ou "TNcell" em que um filme nemático está contido entre dois substratos planos transparentes condutores, paralelos entre si e com um tratamento das superfícies interiores em contacto com o nemático de modo a induzir um alinhamento planar de **n** com as direções de alinhamento nos dois substratos a fazerem entre si um ângulo de 90º. Deste modo **n** em equilíbrio adota uma estrutura em hélice rodando a sua orientação de 90º entre um substrato e o outro. A cada substrato está acoplado um filme polarizador linear com a direção de polarização paralela à direção de alinhamento de **n** nesse substrato. Deste modo, luz que incida num dos substratos é polarizada e ao propagar-se no interior da célula a sua direção de polarização é rodada acompanhando a direção de **n**, levando a que a luz possa atravessar o polarizador colocado no segundo substrato, neste estado a célula transmite a luz. Aplicando um campo elétrico entre os substratos com amplitude suficiente conduz a que o **n** de um nemático com $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp} > 0$ se alinhe com o campo e a direção de polarização da luz cesse de ser rodada no interior da célula. Neste caso dá-se a extinção da luz no segundo polarizador e a célula não transmite a luz. O esquema representado na Figura 2.a ilustra o comportamento da célula TN.

A célula TN ao utilizar polarizadores impõe um corte mínimo de 50% na intensidade de luz não polarizada que a atravesse e é por isso pouco interessante para aplicações de controlo de luz natural. Nos anos oitenta do século passado foi introduzida nos Estados Unidos da América uma nova tecnologia de CLs baseada em sistemas designados por PDLCs (*Polymer Dispersed Liquid Crystals*), que permitiu ultrapassar este obstáculo ao apresentar células óticas sem polarizadores com transmissões máximas acima de 80%. Nos sistemas PDLC, um CL nemático está contido em bolhas micrométricas dispersas numa matriz polimérica transparente (ver Figura 2.b e 2.c). Para alinhamento planar de **n** na superfície das bolhas, **n** adota nestas uma configuração bipolar cuja orientação é aleatória no PDLC na ausência de campo elétrico aplicado. Devido à birrefringência do nemático e garantindo a igualdade entre os índices de refração ordinário do CL e do polímero, a luz incidente encontra no PDLC um meio difusor e a célula ótica baseada nestes sistemas apresenta-se branca e opaca. Aplicando ao sistema um campo elétrico de amplitude suficiente (tipicamente 1-3 V/μm) para alinhar **n** nas bolhas segundo a direção do campo aplicado, leva a que luz incidente no sistema, segundo a direção do campo, não encontre variações de índice de refração e o PDLC torna-se transparente. Para direções distintas desta, a transparência diminui mas →

2 A.F. Martins, Os Cristais Líquidos, Fundação Calouste Gulbenkian, Colóquio "Ciências", 7, 253, 1991

3 P.J. Collings e M. Hird, Introduction to Liquid Crystals, Taylor & Francis, 1997

PUBLICIDADE

Uma empresa, duas redes.

REN significa Redes Energéticas Nacionais. Mais concretamente, as redes de eletricidade e gás natural. O nosso trabalho é gerir e transportar estas energias sem interrupções, ao menor custo, com qualidade e segurança. Somos, aliás, uma das poucas empresas do mundo a gerir em simultâneo estas duas redes. Mas muito mais há a dizer sobre o que fazemos.
Saiba mais sobre as nossas políticas de desenvolvimento sustentável e investimento em inovação em ren.pt.

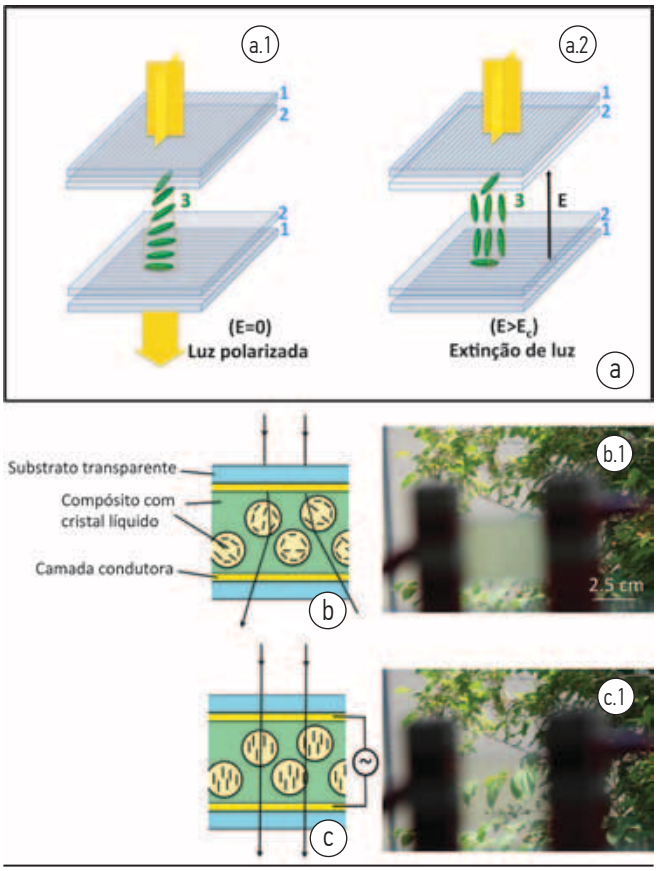


Figura 2

a) **Esquema representativo de um subpixel de um dispositivo TN nos estados OFF – transmissão de luz (a.1) e ON – extinção de luz (a.2).**

1. **Polarizadores cruzados entre si.**
2. **Vidro coberto com um óxido condutor transparente e tratados por forma a alinhar as moléculas de cristal líquido na direção do polarizador que lhe é adjacente.**
3. **Moléculas de cristal líquido, com uma torção, ("twisted") no estado OFF, imposta pela orientação junto aos substratos de vidro e alinhadas com a direção do campo elétrico imposto no estado ON; b.1 Sensor de transmitância variável sem campo aplicado e c.1 com campo aplicado. b. e c. representam um esquema da célula com os diferentes constituintes e resposta do diretor, confinado em gotas de um nemático com anisotropia dielétrica positiva, ao campo aplicado**

de um modo suave com o ângulo de incidência. A Figura 2 ilustra os dois estados da célula PDLC. Esta tecnologia está comercialmente disponível, sendo usada em janelas de transparência regulável e sistemas de projeção embora a sua penetração no mercado global não seja comparável à da tecnologia LCD.

Quando o índice de refração da matriz é menor que o índice ordinário do cristal líquido nas gotas, a luz pode viajar no interior destas e verifica-se que este efeito pode ser controlado através da aplicação de um campo elétrico externo. Este tipo de sensor abre muitas possibilidades de aplicações interessantes tais como interruptores óticos, sensores, filtros ativos, lasers ajustáveis e outras[4]. Para além da coleção de gotas de cristal líquido poder ser realizada por agitação num meio no qual o cristal líquido é imiscível, podem também ser recolhidas e ficar suspensas em fibras com diâmetros micrométricos[5]. O resultado são colares de gotas em que a interface externa está exposta ao ar enquanto no seu interior as moléculas do cristal líquido interagem com a superfície cilíndrica da fibra. Desta forma é possível criar uma topologia toroidal estável e observar a sua evolução, por observação através de um microscópio ótico, quando sujeita a um campo elétrico e a diferentes temperaturas. Este modo de confinar gotas de cristal líquido está na origem do aparecimento de defeitos de orientação que não são observados nos PDLCs. Este tipo de confinamento das moléculas que constituem as fases líquidas cristalinas permite obter diversas ancoragens que podem ser identificadas e controladas tanto junto à superfície da fibra como na interface CL/ar. Esta conjunção de orientações, que pode ser controlada também por aplicação de um campo elétrico e pela temperatura, abre um novo campo de aplicações para os CLs. Os colares de gotas de CLs conjugam a sua fragilidade com uma elevada sensibilidade e constituem excelentes sistemas para o estudo de defeitos topológicos[6]. O estudo a nível fundamental de gotas de cristal suspensas abre novas perspetivas para aplicações dos CLs, nomeadamente, nas áreas da microeletrónica e fotónica.

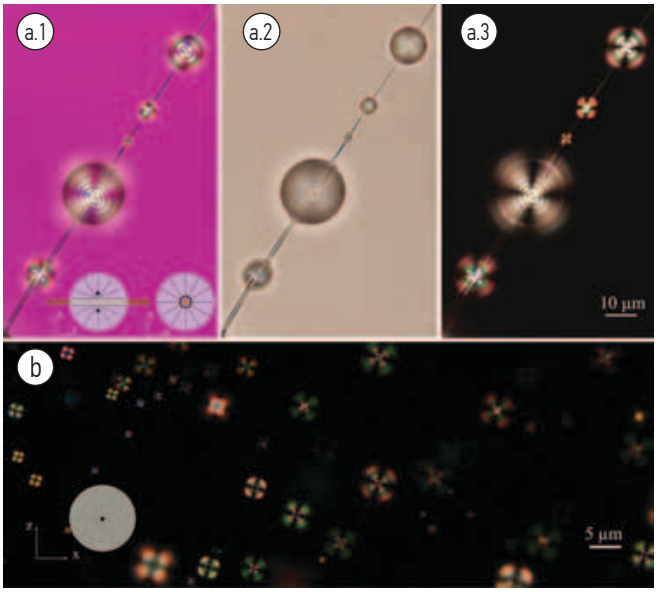


Figura 3

a) **Gotas nemáticas suspensas por fibras micrométricas. Observações realizadas com um microscópio ótico, em modo de transmissão, com luz polarizada:**

a.1) **entre polarizadores cruzados e com uma lâmina de retardação de 530 nm;**

a.2) **entre polarizadores paralelos;**

a.3) **entre polarizadores cruzados. Na foto a.1 está representada a configuração do diretor da fase nemática dentro da gota ao longo da fibra e num plano perpendicular à fibra.**

b) **Gotas nemáticas dispersas numa matriz isótropa. Observação realizada com microscópio ótico, em modo de transmissão, com luz polarizada, entre polarizadores cruzados. Os esquemas representam a configuração do diretor.**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado por fundos FEDER através do programa COMPETE 2020 e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia do Ministério da Educação e Ciência no âmbito dos projetos UID/CTM/50025/2013 e PEst-OE/FIS/UI0261/2014. ING

4 M. Humar, M. Ravnik, S. Pajk e I. Muševič, *Nature Photonics* 3, 595-600, 2009

5 Y. Geng, P. L. Almeida, J. L. Figueirinhas, E. M. Terentjev e M. H. Godinho, *Soft Matter* 8, 3634-3640, 2012

6 Y. Geng, D. Sec, P.L. Almeida, O.D. Lavrentovich, S. Zumer, M.H. Godinho, *Soft Matter*, 9, 7928-7933, 2013

Seguros de Vida AXA

Com uma proteção assim, o futuro constrói-se com mais segurança.

Conheça as vantagens para a sua vida pessoal e profissional, e ainda os serviços exclusivos que a AXA lhe disponibiliza através do protocolo celebrado com a Ordem dos Engenheiros.

Contacte-nos ou visite-nos:

http://engenheiros.axa.pt/
engenheiros@axa.pt

Linhas de Apoio Exclusivas para Engenheiros
217 943 020 | 226 081 120
dias úteis, das 8h30 às 19h00.

Agentes de seguros: especializados para aconselhamento.

Área de Cliente on-line: rapidez e facilidade de acesso.

Clube exclusivo para Clientes: descontos diretos numa rede de mais de 100 parceiros.

Siga-nos em: AXA Portugal

PUB. Data de atualização: julho de 2015. Escrito segundo o Novo Acordo Ortográfico. Não dispensa a consulta da informação pré-contratual e contratual legalmente exigida, e as condições de utilização do cartão Clube AXA em www.axa.pt/clube-axa.

AXA Portugal, Companhia de Seguros de Vida, S.A.
Sede: Edifício AXA, Av. do Mediterrâneo, 1, Parque das Nações, Apart. 1953, 1058-801 Lisboa. Tel. 21 350 6100. Fax 21 350 6136
Matrícula/Pessoa Coletiva N.º 502 220 473. Conservatória de Registo Comercial de Lisboa. Capital Social 10.000.000 Euros

AXA Portugal, Companhia de Seguros, S.A.
Sede: Rua Gonçalo Sampaio, 39, Apart. 4076, 4002-001 Porto. Tel. 22 608 1100. Fax 22 608 1136
Matrícula/Pessoa Coletiva N.º 503 454 109. Conservatória de Registo Comercial do Porto. Capital Social 36.670.805 Euros

redefinimos / standards

ESPECTROSCOPIA: PARA ALÉM DO QUE OS NOSSOS OLHOS VEEM

L.M. ILHARCO • A.R. GARCIA • L.M.F. LOPES • R. BRITO DE BARROS • M.F. JÚLIO • J. MORAIS
CQFM – Centro de Química-Física Molecular e IN – Institute of Nanoscience and Nanotechnology,
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Os nossos olhos são detectores privilegiados das cores do mundo que nos rodeia. Sem nos apercebermos, registamos com um olhar a interacção da radiação visível com a matéria. A cor que observamos num objecto transparente resulta da mistura de todas as componentes da luz branca que o atravessou, com excepção da que foi absorvida pelo objecto, enquanto a cor de um objecto opaco resulta da componente essencialmente reflectida ou difundida pela sua superfície. Mas o espectro da radiação electromagnética é muito vasto, cobrindo gamas de frequências desde 10^5 Hz (ondas de rádio) a 10^{22} Hz (ondas cósmicas). A interacção radiação-matéria pode consistir em processos de absorção ou de emissão. Este artigo centra-se nos primeiros.

É sabido, desde o início do século XX, que a radiação electromagnética tem simultaneamente um carácter ondulatório (um campo eléctrico e um campo magnético oscilantes em planos perpendiculares) e um carácter corpuscular (fotões, cada um transportando um quantum de energia). Para que haja absorção de radiação é necessário que na matéria existam dipolos oscilantes que possam interactuar com os campos electromagnéticos e dois estados com diferença de energia exactamente igual à do fotão. A luz analisada após ter interactuado com a matéria contém informação sobre a estrutura desta. Dependendo da energia do fotão absorvido, esta informação pode estar relacionada com os núcleos dos átomos, com as ligações interatómicas, com as vibrações moleculares ou com os estados electrónicos. Um espectro não é mais do que um registo desta interacção. A intensidade de luz transmitida, reflectida ou difundida por uma amostra, dependendo de seu estado físico, é registada em função de uma medida da energia do fotão absorvido (frequência, comprimento de onda ou número de ondas).

São analisados dois exemplos de utilização da espectroscopia de absorção numa região do espectro com frequências inferiores às da luz visível: infravermelho. Esta gama de frequências pode excitar as vibrações moleculares (alterações de comprimentos de ligação ou ângulos entre ligações) e por isso permite identificar estruturas ou grupos funcionais.

I. A acumulação de sincelo (gelo macio) em superfícies metálicas planas ou em cabos de média ou de alta tensão pode ter consequências desastrosas em termos de resistência à corrosão ou, no caso dos cabos, levar à interrupção no fornecimento de energia eléctrica. Este problema pode ser minimizado recorrendo a revestimentos desenvolvidos propositadamente para o efeito. Uma condição necessária para a sua eficiência é que sejam repelentes da água, ou seja, superhidrofóbicos. A Natureza tem excelentes exemplos de superfícies deste tipo, como a folha de lótus, que apresenta rugosidades à escala do nanómetro (10^{-9} m) e uma baixa energia de superfície. Dois revestimentos recentemente sintetizados no CQFM, aparentemente semelhantes, foram analisados por espectroscopia de infravermelho [1].
Os espectros comparados na Figura 1 mostram claramente que um dos revestimentos (curva a azul) contém grupos OH (a banda larga centrada a ~3300 cm^{-1} corresponde à vibração de elongação da ligação O-H), que podem pertencer ao próprio revestimento ou a água adsorvida. No segundo (curva a vermelho) estes grupos estão ausentes. Este revestimento tem, portanto, características superhidrofóbicas e constitui uma solução promissora para o problema da acumulação de sincelo. Esta propriedade foi comprovada pela medida do ângulo de contacto da água (159º), extraordinariamente elevado.

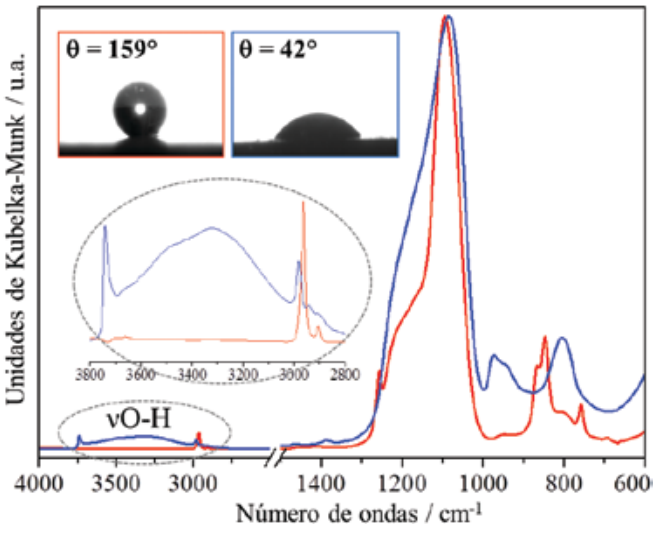


Figura 1 – **Ângulos de contacto de gotículas de água em duas superfícies recobertas com revestimentos diferentes e respectivos espectros de infravermelho em reflectância difusa: hidrofílico (a azul) e superhidrofóbico (a vermelho)**

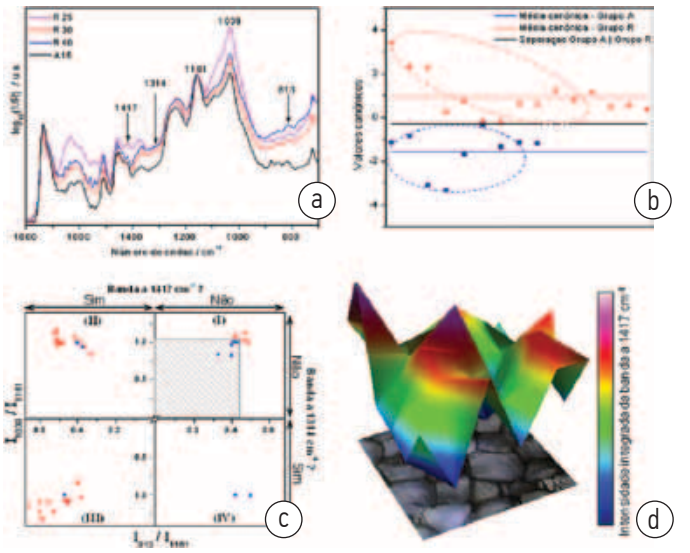


Figura 2
a) **Espectros de infravermelho (em reflexão total atenuada) de diversas rolhas de cortiça, entre 1800 e 700 cm^{-1};**
b) **Análise multivariada mostrando a separação estatística das duas populações de rolhas;**
c) **Visão global dos quatro efeitos analisados;**
d) **Mapeamento da concentração de TCA numa lâmina de cortiça (5×5 μm), obtido por microscopia de infravermelho.**

II. Um dos problemas críticos nas indústrias vitivinícola e corticeira relaciona-se com o facto de, nas rolhas utilizadas para selar garrafas, poderem existir compostos aromáticos que alteram as propriedades organolépticas do vinho. O tratamento das rolhas por lixiviação e branqueamento, utilizado para eliminar estes compostos, nem sempre é eficiente: um enólogo experiente consegue identificar a presença de 2,4,6-tricloroanisol (TCA) em concentrações da ordem das partes por trilião (ng/L). Esta concentração é crítica, dado que é inferior ao limite de detecção das técnicas analíticas mais utilizadas, podendo resultar na inutilização de vinhos de alto valor.

A espectroscopia de infravermelho foi aplicada a um conjunto significativo de rolhas cedidas como sendo provenientes de dois grupos: **A**, de um lote em que não foi detectado TCA nas águas de lavagem, e **R**, de um lote onde aquele composto foi detectado [2]. Na Figura 2A estão assinaladas as regiões do espectro sensíveis à presença de TCA, mesmo em concentrações muito baixas: novas bandas a 1417 e 1314 cm^{-1} (relacionadas com os modos vibracionais νCC do TCA), e alteração na intensidade relativa das bandas a 1039 cm^{-1} (modo δCO dos polissacáridos da cortiça) e a 813 cm^{-1} (modo τCH da suberina).

Tendo por base as alterações espectrais foram definidas quatro variáveis para análise: a existência/ausência das bandas a 1417 e 1314 cm^{-1} (tratadas como mudas), e as intensidades relativas das bandas a 1039 e a 813 cm^{-1} em comparação com a banda a 1161 cm^{-1}, correspondente ao modo νCOC da suberina (A_{1039}/A_{1161} e A_{813}/A_{1161}, respectivamente). A análise de variância (ANOVA) aplicada às razões de intensidade de bandas permitiu obter evidência estatística para a diferença entre as médias do grupo **A** e do grupo **R**. Esta conclusão sugeriu a conjugação das quatro variáveis, por aplicação de técnica multivariada (análise discriminante), na definição de uma função que permitiu atribuir as amostras, de forma quantitativa e com significado estatístico, a um dos grupos **A** ou **R**. Na Figura 2B representam-se os valores canónicos dessa função e evidenciam-se os centróides dos dois grupos de rolhas analisados. O método estatístico quantitativo permite rejeitar, com segurança, todas as amostras que sejam classificadas no grupo **R**. A garantia de ausência de TCA numa dada amostra tem que ser conjugada com a evidência espectral inequívoca da ausência das bandas a 1417 e 1314 cm^{-1}, variáveis mudas no tratamento estatístico. A Figura 2C contém uma visão global dos quatro efeitos para todas as rolhas analisadas, com indicação da zona de aceitação (sombreada). Na Figura 2D apresenta-se o resultado de uma análise de uma lâmina de cortiça por microscopia de infravermelho, incluindo o mapeamento das regiões com diferentes concentrações de TCA, baseado na integração de uma banda de absorção típica deste composto.

A metodologia exposta tanto pode ser aplicada na análise de rolhas (fase de pós produção) como de placas de cortiça (fase de pré produção). Por ser muito restritiva, não só todas as rolhas do grupo **R** (à partida rejeitadas) mas também algumas do grupo **A** (à partida aceites) revelaram indícios da existência de TCA. Torna-se assim apelativa para a selecção de placas de cortiça eventualmente destinadas ao fabrico de rolhas para vinho de alto valor de mercado.

De entre os inúmeros exemplos que se poderiam escolher, os exemplos apresentados permitem concluir que a espectroscopia (para além do que os nossos olhos veem) pode ter uma contribuição importante para o esclarecimento e resolução de problemas com impacto económico e ambiental. ING

REFERÊNCIAS

[1] M.F. Júlio, L.M. Ilharco, *Mic. Mes. Materials* 2014, *199*, 29-39

[2] A.R. Garcia, L.F. Lopes, R. Brito de Barros, L.M. Ilharco, *J. Agric. Food Chem.* 2015, *63*, 128-135

Nota: *os autores escrevem, por opção pessoal, de acordo com a antiga ortografia.*

A FUNÇÃO DA LUZ NATURAL NO EDIFICADO

ANTÓNIO JOSÉ SANTOS
Físico Tecnológico, Doutorado em Engenharia Civil
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Edifícios

A iluminação natural é inquestionavelmente um dos aspetos fundamentais do conforto ambiental nos edifícios e também um dos fatores que mais pode contribuir para a sua eficiência energética, quando adequadamente captada e distribuída para os espaços interiores. Para além de proporcionar um requisito funcional basilar, ao garantir as condições necessárias para a visão e consequentemente para os ocupantes poderem desempenhar as suas atividades visuais, têm vindo a ser demonstrados vários benefícios adicionais que o uso da luz natural possui na saúde e bem-estar dos indivíduos [1], benefícios estes que não são habitualmente tidos em consideração nas abordagens mais tradicionais do projeto de iluminação natural nos edifícios.

Como se disse, nos edifícios, a principal função da iluminação natural consiste em proporcionar um ambiente visual interior adequado, assegurando as condições de iluminação necessárias à realização das tarefas visuais de um modo preciso, em condições de conforto e de segurança e sem fadiga visual para os utilizadores. Essas condições devem incluir a garantia dos mais adequados níveis de iluminação, a existência de conforto visual para os ocupantes e, ainda, os benefícios mais subjetivos, decorrentes da utilização da luz natural, em vez da luz artificial, e do contacto com o ambiente exterior através dos vãos envidraçados.

Entre os projetistas existe a perceção dos benefícios decorrentes da utilização adequada da luz natural, não só ao nível da qualidade do ambiente interior e do conforto e bem-estar dos ocupantes, mas também como elemento valorizador do projeto de arquitetura. Todavia, as consequências desse aproveitamento ao nível energético surgem, frequentemente, dissociadas dos aspetos da iluminação natural e dispersas por várias especialidades, como sejam o projeto dos sistemas de iluminação elétrica, o desempenho térmico da envolvente e dos espaços interiores ou o projeto de climatização. Esta dispersão pode originar prejuízos evidentes nas condições reais de iluminação natural nos edifícios, em particular quando as necessidades de proteção solar e de proteção contra o encandeamento não são devidamente articuladas com a necessidade de garantia das mais adequadas condições de iluminação. Assim, torna-se fundamental que o projeto de iluminação natural seja incorporado desde as primeiras fases do projeto de arquitetura, sendo ainda necessário estabelecer as mais adequadas ações de articulação com as áreas de projeto afins, em particular com o de iluminação artificial. Tendo como pressupostos fundamentais a funcionalidade, o conforto dos ocupantes e a utilização racional da energia, o projeto de iluminação deverá tomar em consideração as características climáticas prevalecentes no País, a influência do efeito dos sistemas de sombreamento e dos sistemas de controlo da iluminação artificial, bem como as preferências e comportamentos dos ocupantes para com esses sistemas e para com o ambiente interior em geral.

A utilização da luz natural nos edifícios, e em particular naqueles com ocupação predominantemente diurna, pode contribuir

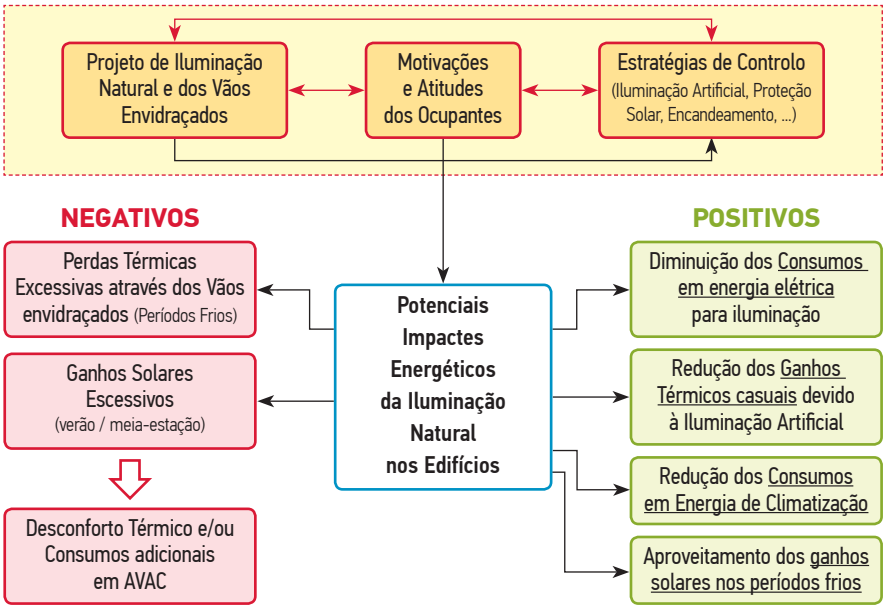


Figura 1 – **Diagrama esquemático ilustrativo dos principais impactes energéticos da iluminação natural nos edifícios**

para a sua eficiência energética desde que sejam corretamente avaliadas as consequências energéticas dessa utilização. As principais consequências energéticas resultantes do aproveitamento da luz natural, para iluminação dos espaços interiores, são:

i) a diminuição dos consumos energéticos ao substituir a iluminação artificial;
ii) os potenciais ganhos e perdas térmicas através dos vãos envidraçados;
iii) os ganhos térmicos devidos aos sistemas de iluminação elétrica; e
iv) a diminuição do recurso a sistemas de aquecimento e arrefecimento artificiais (Figura 1).

Os impactes energéticos decorrentes do uso da iluminação natural nos edifícios assumem uma relevância determinante em regiões onde predominam as condições de sol descoberto, como acontece na maior parte das regiões do sul da Europa e em particular em Portugal. Proporcionar uma boa iluminação requer que se consagre igual atenção aos *aspetos quantitativos* e aos *aspetos qualitativos* da iluminação. A existência das *iluminâncias* suficientes para a realização das tarefas visuais (principal exigência quantitativa) constitui, naturalmente, uma condição necessária, mas em muitas situações a visibilidade das tarefas visuais depende ainda de outros fatores, como sejam: o modo como a luz é disponibilizada, as características de cor das fontes de iluminação e das superfícies, dos níveis de encandeamento presentes, as dimensões dos detalhes a serem visualizados e a idade do observador. Nos edifícios a iluminação pode ser proporcionada de três modos distintos:

i) apenas com recurso à iluminação natural;
ii) apenas à custa da iluminação artificial; e
iii) mediante a combinação e articulação entre a iluminação natural e artificial.

Numa perspetiva de conforto e eficiência energética é desejável que a iluminação dos espaços interiores com utilização humana seja efetuada, preferencialmente, com recurso à luz natural, devendo esta ser complementada por sistemas de iluminação elétrica eficazes e flexíveis quando e/ou onde as necessidades de iluminação não possam ser satisfeitas apenas à custa da luz natural.

Tendo por enquadramento geral as exigências de conforto, eficiência energética e sustentabilidade, os sistemas de iluminação deverão [2]:

› Proporcionar as iluminâncias necessárias ao desempenho das diferentes tarefas visuais;
› Garantir as condições de conforto visual (eliminando ou atenuando problemas de encandeamento – direto e por reflexão, pela luz do sol e/ou do céu –, reduzindo diferenças excessivas de brilho e melhorando a *uniformidade das iluminâncias*, etc.);
› Assegurar que o aproveitamento da iluminação natural não se refletirá negativamente noutros aspetos do ambiente interior (desconforto térmico, por exemplo) ou no consumo energético (em energia para aquecimento durante os períodos frios ou de arrefecimento durante os períodos de verão);
› Incluir sistemas de iluminação artificial (fontes de iluminação, luminárias e sistemas de controlo) energeticamente eficientes e flexíveis, sem prejuízo das necessidades quantitativas (valores das iluminâncias) e qualitativas (ausência ou minimização do desconforto visual) da iluminação;
› Assegurar as mais adequadas condições de articulação e complementaridade entre os sistemas de iluminação natural e de iluminação artificial de modo a que o recurso aos últimos só tenha lugar quando as necessidades de iluminação não possam ser satisfeitas apenas pela luz natural. Essa articulação deverá ser efetivada mediante um adequado zonamento dos espaços e uma escolha criteriosa dos sistemas de controlo da iluminação natural e artificial.

A iluminação pode desempenhar um papel importante na eficiência energética dos edifícios. No entanto, é necessário ter em mente que o principal objetivo da luz é o de proporcionar as mais adequadas condições luminosas para a realização das atividades visuais. Consequentemente, os requisitos associados à criação de tais condições devem prevalecer sobre os aspetos energéticos. O surgimento de uma nova, e empolgante tecnologia de iluminação elétrica energeticamente eficiente (habitualmente referida como "iluminação LED"), não deverá assim constituir uma justificação para "fecharmos" os edifícios à luz natural pois o princípio de que a iluminação elétrica só deve ser usada quando as necessidades de iluminação não podem ser satisfeitas apenas com recurso à luz natural continua a ser verdadeiro na era do LED.

REFERÊNCIAS

[1] Santos, A.J. – *Desenvolvimento de um método para a caracterização dinâmica da iluminação natural nos edifícios aplicável a climas mediterrânicos*. Coleção Teses e Programas de Investigação LNEC (TPI). Lisboa: LNEC, 2013. TPI 75. Inclui CD-ROM com anexos.

[2] Santos, A. J. – *A Iluminação Natural nos Edifícios. Uma perspetiva no âmbito do conforto ambiental e da eficiência energética*. Lisboa: LNEC, 2014. Informação Técnica de Edifícios N.º 57.

LUMINOTECNIA E BOAS PRÁTICAS

HENRIQUE MOTA
Coordenador da Especialização em Luminotecnia da Ordem dos Engenheiros

Final de um dia de calor. Nuvens no céu. Um pôr-do-sol esplendoroso. Um festival de amarelos e laranjas. Latitude norte. Uma aurora boreal. Fenómeno de rara beleza. O "artista" deu largas à sua imaginação. Chove ao longe. Um arco iris forma-se no céu. Dizem que nos seus extremos existe um pote de ouro. A mãe Natureza ensina aos homens como utilizar a luz para nos deslumbrar.

Um museu. Uma peça antiga. Arte sacra. Um feixe de luz incide sobre uma figura realçando-lhe o rosto. O visitante emociona-se com esta visão. Um espetáculo de bailado. A bailarina atravessa o palco seguida por um raio de luz azul, qual perseguidor silencioso. Agradece ao público que aplaude vibrantemente. Um monumento. A luz vinda de vários pontos destaca os seus aspetos mais fascinantes. De dia não é possível obter esta visão. Exemplos onde iluminar não é só tornar visível um objeto, uma ação, uma realidade. **Iluminar é uma arte**.

A torre de controlo de um aeroporto. Olhos atentos pesquisam num radar a ocupação do espaço aéreo. São dadas ordens, das quais dependem muitas vidas. Uma sala de operações. O médico com o bisturi procede a uma operação ao cérebro de um paciente. Movimentos milimétricos. A precisão dos seus gestos é essencial. Um laboratório de análise de cores. Distinguir entre padrões muito próximos. Pesquisa científica. Condições de visão extremas, onde um erro pode ser dramático. O projetista de iluminação tem de empregar toda a sua técnica para resolver estas condições de visão. **A iluminação é uma técnica**.

LED – Light Emitting Diode. A revolução na iluminação? Na década de noventa do século passado três cientistas japoneses desenvolveram o LED azul e com isso possibilitaram a utilização do sistema RGB e a obtenção da luz branca. Em 2014 são premiados com o Prémio Nobel da Física Mais luz, mais pequena, mais controlável, mais cores, mais duração. Isto é a fonte de luz LED. Uma revolução científica só comparável á que se verificou há mais de cem anos com a lâmpada incandescente. Poderemos ir mais longe na utilização da luz? Sim. A comunicação pela luz (VLC no acrónimo inglês) tem-se desenvolvido recentemente e promete ser uma revolução no mundo das comunicações no futuro próximo. O sistema NFO – Near Field Optic também anuncia aplicações no campo da luminotecnia. Os OLED – LEDs orgânicos estão a conhecer fortes desenvolvimentos, possibilitando novas utilizações. Os LASER estão também a experimentar novas aplicações. **A iluminação é uma ciência**.

Como a iluminação influencia a nossa biologia? A nossa saúde? Como podemos utilizar racionalmente a iluminação, economizando energia, sem prejudicarmos o nosso conforto e produtividade? Como podemos aplicar as tecnologias existentes para conciliar a arte de iluminar com a técnica de racionalizar? Porquê as nossas escolas, institutos e universidades não promovem o ensino da iluminação ao nível dos outros países europeus? Qual o limite dos LED, dos LASER, da VLC?

Estas perguntas e muitas outras ainda sem respostas (definitivas). O facto de internacionalmente se ter decidido que o presente ano seria o Ano da Luz, não vem alterar a falta de conhecimento generalizado sobre a luz e a iluminação em Portugal. Receamos até que passada esta pequena euforia, tudo volte à rotina habitual. A luminotecnia não tinha/não tem em Portugal a dimensão que deveria. Nos últimos anos algumas ações se promoveram para incrementar a visibilidade da iluminação: Criação da Especialização em Luminotecnia, existindo neste momento mais de 20 especialistas; Constituição do Centro Português de Iluminação – organização para o desenvolvimento da luminotecnia em Portugal; Realização de cursos de formação – na Ordem dos Engenheiros, na ADENE, no Centro Português de Iluminação; Introdução na legislação de eficiência energética – DL 118/2013, das Normas que regulam a quantidade e a qualidade da iluminação – EN 15 193 e EN 12 464, com a colaboração ativa da OE. Finalmente a iluminação consegue obter na legislação de eficiência energética um lugar correspondente à importância que tem; Obrigatoriedade de possuir CV adequado para elaborar projetos de eficiência energética na iluminação, no âmbito do RECS; Estabelecimento das competências que os profissionais devem possuir para decidir sobre instalações de iluminação – *Build up skill*.

Alguma coisa foi feita, tendo em atenção que no passado quase nada existia. Mas muito mais há para fazer. Só para fornecer alguns exemplos do que precisa de ser criado e/ou alterado e/ou melhorado:

› Qualquer pessoa pode realizar um projeto de iluminação, desde que não esteja em causa a eficiência energética. Sem pretender ser depreciativo, existem muitas pessoas que se autoproclamam "light desig-

ners", ocupam o lugar dos verdadeiros "desenhadores da luz" e pretendem fazer um projeto de iluminação sem conhecer nada sobre deslumbramento, temperatura de cor, reprodução de cores, níveis de iluminação, fontes de luz. A arte é necessária, mas não é suficiente. Os conhecimentos técnicos devem complementar a sensibilidade e a emoção de um artista;

› Qualquer fabricante/importador de material de iluminação vende aparelhos sem eficiência e muitas vezes sem certificação. O autor tem em seu poder um folheto onde um importador anunciava, sem ironia, que os aparelhos LED que vendia tinham um rendimento de 300%. Não é uma gralha. São, repito, 300%. Para quê descobrir petróleo, se com isto Portugal tem todos os seus problemas de energia resolvidos?!;

› Ainda que possa cometer algum erro por desatualização, não existe em nenhum fabricante português de material de iluminação, um físico ótico, competência fundamental para desenvolver produtos. A iluminação não é só uma técnica. São necessários conhecimentos científicos;

› Os avaliadores de projetos de iluminação no âmbito da eficiência energética, ao abrigo da legislação existente, são peritos que têm normalmente formação de base em Engenharia Mecânica; obtiveram, através de curso e exame, competências específicas em AVAC na área da eficiência e por decreto passaram a poder opinar sobre os projetos de iluminação. Ainda que se compreenda que transitoriamente isso fosse um processo utilizado para não criar um vazio na apreciação de projetos de eficiência no âmbito do RECS, parece não existir intenção de encontrar uma solução definitiva, que no futuro evite a existência de erros de avaliação.

E no futuro que se pode fazer?

Promover o ensino da iluminação nas escolas, universidades, institutos. Aqui muito há que fazer, pois o que existe é quase nada.

Divulgar as boas práticas através dos meios disponíveis – conferencias, publicações, formação.

Estabelecer normativas quanto à comercialização de sistemas eficientes.

Regulamentar utilizações.

Subsidiar sistemas de modo a promover os mais adequados.

Educar e formar.

Criar um sistema de certificação de profissões relacionadas com a luminotecnia. Este sistema existe em alguns países e tem contribuído para dignificar e promover o exercício profissional de agentes ligados à luminotecnia.

Sensibilizar para as boas práticas na técnica, na arte e na ciência da iluminação.

Modificar o paradigma da aproximação tradicional onde se estudava o nível de iluminação, se eliminavam refletâncias, se limitava o deslumbramento e se procurava obter uma boa reprodução de cores para uma aproximação mais abrangente que permita controlo pessoal, eficiência energética, utilização de iluminação natural, luz dinâmica – variação de intensidade, direção e temperatura de cor no tempo. Em resumo – a luz como um elemento da arquitetura.

2015. Ano Internacional da Luz. Não deixe que esta luz se apague. ING

PUBLICIDADE

EPAL | Academia das Águas Livres

outubro e novembro 2015
Marque na sua agenda e garanta o seu lugar

Curso de formação
"Conceção e projeto de redes prediais de águas e esgotos"

Módulo I

1ª Parte - Redes Prediais de Águas e Redes de Combate a incêndios
2ª Parte - Redes Prediais de Drenagem de Águas Residuais

Módulo II

1ª Parte - Redes Prediais de Aproveitamento de Águas da Chuva e Águas Cinzentas
2ª Parte - Redes Prediais de Drenagem de Águas Pluviais

Dirigido a projetistas de redes prediais

Programa disponível em www.epal.pt/academia
Inscrições | on-line em www.epal.pt/academia | academia.epal@adp.pt | até 7 de outubro

EPAL
Grupo Águas de Portugal

Academia das Águas Livres
Rua das Amoreiras, 101, 1269-271 Lisboa
Telefone 351 213 251 671

CARLOS Fiolhais

COORDENADOR NACIONAL
DO ANO INTERNACIONAL DA LUZ

PROFESSOR CATEDRÁTICO
DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA
DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

"A PROMOÇÃO DAS TÉCNICAS ASSOCIADAS À LUZ SERIA IMPOSSÍVEL SEM OS ENGENHEIROS"

POR **NUNO MIGUEL TOMÁS** FOTOS **DR**

O físico Carlos Fiolhais é um dos mais reputados cientistas nacionais. Tem dedicado a sua vida ao estudo da Física Computacional da Matéria Condensada e à História das Ciências. Em 2015, coordena, no nosso País, o Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas na Luz. Confiante, vê Portugal a cores, com muita luz: "os cientistas são otimistas por natureza, sabem que se pode sempre saber mais e fazer melhor. Se há partes de Portugal ainda a preto e branco temos de lhes pôr alguma cor".

Em 2015, o Mundo celebra a luz nas suas mais variadas dimensões, mostrando a enorme relevância que as suas aplicações têm no dia-a-dia. Esta celebração será multidisciplinar reforçando que a luz é central na Ciência, Tecnologia, Arte e Cultura. Que motivos justificam e que propósitos tem a iniciativa das Nações Unidas "2015 Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas na Luz"?

As Nações Unidas querem neste ano celebrar a luz em todo o Mundo. E querem unir, motivar e inspirar os habitantes do Planeta em torno de um fenómeno, a luz, em cujo conhecimento fizemos grandes progressos e queremos continuar a fazer mais. Graças

Nasceu em Lisboa em 1956. Licenciou-se em Física na Universidade de Coimbra (UC) em 1978 e doutorou-se em Física Teórica em Frankfurt/Main, Alemanha, em 1982. É Professor Catedrático no Departamento de Física da UC desde 2000. Foi Professor nos Estados Unidos da América e no Brasil.

É autor de 150 artigos científicos em revistas internacionais – um dos quais com mais de 11 mil citações, o artigo mais citado com um autor numa instituição nacional – e de mais de 500 artigos pedagógicos e de divulgação. Publicou 50 livros, incluindo diversos *best-sellers*. Foi ainda autor de 20 capítulos de livros e de 25 prefácios, editor de cinco livros científicos em edições internacionais e tradutor de oito.

Os seus interesses científicos centram-se na Física Computacional da Matéria Condensada e na História das Ciências. Fundou e dirigiu o Centro de Física Computacional da UC, onde procedeu à instalação do maior computador português para cálculo científico. Tem coordenado vários projetos de investigação e supervisionado diversos estudantes de mestrado e doutoramento. Participou em numerosas conferências e colóquios promovendo a ciência e a cultura científica. Criou e dirige o Rómulo – Centro Ciência Viva da UC.

Dirigiu a revista "Gazeta de Física", da Sociedade Portuguesa de Física, e foi conselheiro de revistas de Física internacionais. Dirigiu o Centro de Informática da UC e presidiu ao Conselho de Investigação do Instituto Interdisciplinar da UC. É colaborador dos jornais "Público" e "As Artes entre as Letras". Foi consultor dos programas "Megaciência" e "ABCiência" para a SIC e RTP, e do Museu de Ciência da UC. Foi diretor da Biblioteca Geral da UC, onde concretizou vários projetos relativos ao livro e à cultura, e do Serviço Integrado de Bibliotecas da UC, onde criou repositórios digitais. É cofundador da empresa Coimbra Genomics. É corresponsável pelo blogue "De Rerum Natura". É o responsável pelo programa de Conhecimento da Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Ganhou vários prémios e distinções: em 1994, o Prémio União Latina de tradução científica; em 2005, o Globo de Ouro de Mérito e Excelência em Ciência da SIC; em 2005, a Ordem do Infante Dom Henrique; em 2006, os Prémios Inovação do Fórum III Milénio e Rómulo de Carvalho da Universidade de Évora; e, em 2012, o prémio BBVA para o melhor artigo pedagógico na área da Física no espaço ibero-americano.

É o Coordenador Nacional do Ano Internacional da Luz.

ao nosso saber sobre a luz, vivemos hoje melhor. É natural que queiramos saber mais, com a esperança de vir a viver melhor. As tecnologias baseadas na luz são hoje essenciais nas comunicações, na saúde, no ambiente, na economia, etc. Tudo indica que o vão continuar a ser, com as novíssimas tecnologias a juntarem-se às novas. Mas, para isso, temos de prosseguir a aposta na Ciência e na Tecnologia. Por outro lado, sem luz muitas formas de arte seriam impossíveis: decerto a fotografia e o cinema, mas também as artes plásticas e as artes de palco. O Ano Internacional da Luz é, além do mais, uma ótima oportunidade para juntar a Ciência e a Arte, para mostrar que a Ciência é uma forma de cultura que pode, e deve, comunicar com as outras.

Considerando a evolução do papel da radiação eletromagnética nas ciências e tecnologias, poderá dizer-se que uma iniciativa internacional como esta surge no tempo certo, ou, pelo contrário, ter-se-ia já justificado noutro momento?
2015 é um ano de vários aniversários relativos à luz. Foi há 150 anos que o físico James Clerk Maxwell escreveu as equações que, unindo as descrições dos fenómenos elétricos e magnéticos num esquema unificado, fez luz sobre a luz. Foi só então que se ficou a saber que a luz era ondas eletromagnéticas. Os nossos olhos conseguem recolher uma pequena parte delas, a chamada luz visível. Mas há muitas mais ondas, umas conhecidas antes de Maxwell, como as ondas infravermelhos e as ondas ultravioletas, e outras só conhecidas e exploradas depois, como as ondas de rádio. Só depois de Maxwell foi possível o aparecimento de Hertz e Marconi, cujas tecnologias mudaram radicalmente o Mundo. Mais perto de nós, há 50 anos, o físico Charles Kao tornou viável a tecnologia das fibras óticas, permitindo que a luz chegasse sem grandes perdas por fios de vidro, em vez de vir apenas através de ondas no espaço. Os aniversários interessam para nos lembrar como foi. Como irá ser não sabemos, mas, tal como no passado, haverá decerto novas descobertas.

> Há quem diga que o século XXI será o século da fotónica assim como o século XX foi o da eletrónica. Não sei nem ninguém sabe como vai ser. Antevejo que eletrões e fotões continuarão a ser combinados nos nossos aparelhos com base na Teoria Quântica, essa grande teoria do século XX que ainda não foi destronada

Como antevê o papel da radiação eletromagnética na sociedade do futuro, não só no âmbito técnico-científico, mas também na forma como influencia aspetos educativos, sociais, culturais, económicos, legais, de saúde e segurança?
É temerário prever o futuro. Ninguém adivinhou as descobertas dos raios x e dos raios gama e das suas propriedades no final do século XIX, que tanto haveriam de transformar a vida no século XX. Ninguém adivinhou as aplicações que o laser, proposto por Einstein em 1917 e apenas realizado nos anos cinquenta, veio a ter – nos anos sessenta chamaram-lhe uma descoberta à procura de uma aplicação: não encontrou uma mas muitas. Ninguém adivinhou o aparecimento da Internet, nem a globalização conseguida nos dias de hoje graças à World Wide Web iniciada nos anos noventa num laboratório de Física. Há quem diga que o século XXI será o século da fotónica assim como o século XX foi o da eletrónica. Não sei nem ninguém sabe como vai ser. Antevejo que eletrões e fotões continuarão a ser combinados nos nossos aparelhos com base na Teoria Quântica, essa grande teoria do século XX que ainda não foi destronada. Hoje em dia, alguns dos aspetos mais estranhos da Teoria Quântica começam a encontrar aplicações: é o caso da criptografia quântica e da computação quântica.

Como antevê que a Humanidade balance a utilização da radiação como um instrumento protetor e libertador do Homem com o risco de se converter num potencial instrumento de subjugação ou de destruição nas mãos de um qualquer "big brother"?

Saber é e sempre foi poder. E o exercício do poder não é feito pelos cientistas, mas sim, nas sociedades democráticas, pelos cidadãos no seu conjunto. Os aspetos sociais da Ciência e da Tecnologia são importantíssimos, mas eles não são parte da Ciência e da Tecnologia, mas sim do governo das nações. Eu diria que o que vai acontecer já está a acontecer. Há boas e más utilizações da Ciência e Tecnologia, cabendo à Sociedade em cada momento efetuar as melhores escolhas. A Ciência e a Tecnologia são libertadoras, porque podem conduzir a maior bem-estar da Humanidade. Mas isso não está assegurado. Convém estar atento e vigilante.

Que eventos mais relevantes a nível internacional integram a iniciativa "2015 Ano Internacional da Luz"?

A abertura oficial do Ano Internacional da Luz teve lugar na sede da UNESCO, em Paris, em janeiro passado. Mais de cem países de todo o Mundo, dos mais ricos aos mais pobres, estão a organizar iniciativas, dos mais variados géneros, em volta da luz. É impossível resumi-las, mas há conferências, palestras, exposições, congressos, feiras, espetáculos, etc., um pouco por todo o lado. Das iniciativas mais curiosas destaco as que mostram o poder das tecnologias da luz em países menos desenvolvidos: luz de LED a partir de painéis solares, equipamentos portáteis de radiação para curar doenças, Internet via satélite, etc. Num mundo, infelizmente, ainda muito desigual, a luz pode ser um meio equilibrador.

E quais os eventos mais relevantes que integram esta iniciativa em Portugal? O que lhe apraz destacar?

Começámos no mais antigo liceu português, a Escola Passos Manuel em Lisboa, com uma palestra e um *show* de luz. E temos um grande plano, intitulado "Haja luz nas escolas", para levar a luz às escolas. Universidades, como a Nova de Lisboa, estão a organizar ciclos multifacetados sobre a luz. Haverá exposições, por exemplo uma de holografia em Aveiro e outra de arte luminosa em Lisboa. E uma exposição no Terreiro do Paço sobre a luz de Lisboa. Há vários eventos de astronomia, incluindo uma exposição sobre fotografia astronómica na "reserva de céu escuro" do Alqueva. Houve uma conferência internacional no Ciência Viva, no Parque das Nações, em Lisboa. Haverá em dezembro uma grande conferência sobre luz na Gulbenkian, para além de conferências em Coimbra e Porto. Congressos haverá para todos os gostos: desde os lasers no Algarve e a espetroscopia na Figueira da Foz, até à comunicação em Braga e à museologia no Porto. A indústria da luz já reuniu em Águeda. E a Ordem dos Engenheiros já reuniu também em Lisboa em volta da luz. Estão-se a acender muitas luzes por todo o País!

> Não há tecnologias nem uso de tecnologias sem a ação dos engenheiros. São eles sempre que fazem a ponte entre os avanços da Ciência e a utilização pela Sociedade desses avanços. A promoção dos conhecimentos e das técnicas associadas à luz seria impossível sem os engenheiros

Qual o significado e a importância que atribui à participação dos engenheiros portugueses, através das iniciativas da Ordem, nesta celebração?

Não há tecnologias nem uso de tecnologias sem a ação dos engenheiros. São eles sempre que fazem a ponte entre os avanços da Ciência e a utilização pela Sociedade desses avanços. A promoção dos conhecimentos e das técnicas associadas à luz seria impossível sem os engenheiros, por exemplos os engenheiros eletrotécnicos, mas também outros. Os engenheiros de vários ramos, em Portugal como no Mundo, estão a participar, através da sua organização maior, a Ordem, neste Ano Internacional da Luz.

Gestão da luz e das técnicas associadas à luz: qual o papel dos engenheiros e da Engenharia portuguesa?

A iluminação de espaços exteriores e interiores é um dos aspetos mais relevantes da luz. Estamos na era dos LED e vários projetos, dirigidos por engenheiros, estão a mostrar como economizar energia, tornando o planeta mais sustentável. Mas também no domínio das comunicações, com a instalação de sistemas de fibra ótica e wifi, mais uma vez no exterior e no interior, a luz está a chegar a todo o lado. A Engenharia portuguesa está a par do que de melhor se faz no Mundo.

Costuma dizer-se que o Sol quando nasce é para todos. Mas a luz é base de distinção entre países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento. Concorda?

Na Conferência de Paris, os neozelandeses concordaram com o provérbio, mas logo acrescentaram que o Sol nascia primeiro para eles... A Terra gira e todos beneficiam, à vez, da luz solar. Sim, a sociedade humana é desigual e temos assistido ao aumento das desigualdades em vez da desejável diminuição. É um paradoxo da nossa vida no Planeta que um dos continentes mais expostos à luz – África – seja também dos que tem menos acesso a tecnologias da luz, como a iluminação noturna ou a rede de Internet. As tecnologias quando nascem não são logo para todos, são primeiro para os mais ricos. Neste Ano Internacional da Luz devíamos refletir sobre esse facto e procurar maneiras de o contrariar.

> A Ciência é internacional. Quanto mais internacional for, mais e melhor Ciência será

A luz desempenha um papel vital no nosso dia-a-dia, sendo a moderna ótica uma disciplina essencial do século XXI. Ela revolucionou a Medicina, abriu a Comunicação mundial via Internet, e continua a ser central na ligação da vida social, cultural, económica e política da Sociedade. Porque diz que é uma oportunidade única, à escala mundial, para inspirar, educar e ligar as populações de todo o Mundo?

Os anos mundiais são irrepetíveis. Tem havido, com o patrocínio das Nações Unidas, anos mundiais disciplinares, como o da Matemática em 2000, o da Física em 2005, o da Astronomia em 2009 e o da Química em 2011. Mas 2015 é um ano eminentemente interdisciplinar já que a luz tem a ver com tudo e com todos. É uma oportunidade para

unir as ciências e as tecnologias entre si e para unir estas à Sociedade, que é, efetivamente, a sua origem e razão de ser.

Há quem atribua às tecnologias baseadas na luz o papel de principal motor económico da atualidade. Concorda?
Se não é o principal é decerto um dos mais importantes. Basta lembrar que toda a nossa economia está hoje assente nas comunicações rápidas. E, conforme defendeu Einstein e continuamos a defender hoje, nada pode ser mais rápido do que a luz. No mundo cada vez mais imaterial em que vivemos o valor económico tem a ver com informação, que se passa de um lado para o outro à velocidade da luz.

Como evoluíram, de forma genérica, os resultados de Einstein desde 1915 até aos dias de hoje?
Há cem anos, Einstein publicou a sua teoria maior, a Teoria da Relatividade Geral, que descreve a gravitação melhor do que Newton fez. Essa teoria, uma glória do pensamento humano, ainda não foi ultrapassada. Mas subsiste uma dificuldade conceptual: como ligar essa teoria com a Teoria Quântica? Quem o conseguir fazer ganhará o Nobel.

"Física sem Matemática é impossível", já o disse publicamente várias vezes... No seu dia-a-dia considera-se também um engenheiro? Gostava de ser mais engenheiro?

A Ciência deve começar por ser transmitida no jardim-de-infância e nos primeiros anos da escola básica. E deve entrar pela via aprazível da experimentação: é o mexer, nas idades mais baixas, que leva ao saber

Eu gosto muito de ser físico, não sei se seria capaz de ser outra coisa! Eu gosto da teoria, da Matemática, sou físico teórico. Duvido que tivesse jeito para a Engenharia. Mas deve ter havido uma mutação qualquer e tenho um filho a estudar Engenharia...

Como cativar, nos dias de hoje, os jovens para as áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharia? O que falta fazer?
Faz falta começar mais cedo. A Ciência deve começar por ser transmitida no jardim-de-infância e nos primeiros anos da escola básica. E deve entrar pela via aprazível da experimentação: é o mexer, nas idades mais baixas, que leva ao saber. Depois, o ensino formal pode ser melhorado, mostrando mais a unidade das ciências e a relação fértil que ela mantém com as tecnologias. Temos de acarinhar os vários talentos que vão aparecendo na escola. Temos de resolver o grave problema do emprego científico e tecnológico após a escola. No que se pode chamar ensino informal tem havido entre nós alguns progressos, por exemplo os que foram alcançados com o Ciência Viva, mas há ainda muito a fazer. Todos não somos demais para afirmar o papel das ciências e tecnologias no Mundo de hoje e, por isso, para encontrar o melhor lugar para elas na nossa escola.

Os Centros Ciência Viva estão a cumprir a sua missão de sensibilizar os mais jovens para a Ciência?
Sim, estão. A Ciência Viva foi uma iniciativa extraordinária do Ministro José Mariano Gago. Portugal é admirado lá fora por essa rede de centros, que têm espalhado ciência e cultura científica a jovens e menos jovens. Eu próprio dirijo o Rómulo, o Centro Ciência Viva da Universidade de Coimbra, que é um centro de recursos na área da cultura científica.

Pode afirmar-se que há uma Ciência portuguesa? Ou a Ciência, tal como a luz, é de todos, internacional?
A Ciência é internacional. Quanto mais internacional for, mais e melhor Ciência será. Portanto, não há Ciência portuguesa, mas sim Ciência feita por portugueses, em Portugal ou lá fora. Ou há, se quisermos, Ciência feita em Portugal, por portugueses ou estrangeiros.

Os cientistas são otimistas por natureza, sabem que se pode sempre saber mais e fazer melhor. Se há partes de Portugal ainda a preto e branco temos de lhes pôr alguma cor

Como classifica o momento atual que a Ciência vive em Portugal? Qual o futuro da Ciência no nosso País?
Depois de um progresso enorme de duas décadas, nos últimos quatro anos houve um claro desinvestimento na Ciência e também na Tecnologia entre nós. A avaliação das unidades de investigação foi, na minha opinião e de muita gente, uma fraude. A Biomedicina foi preferida em relação à Engenharia, tendo alguns responsáveis menosprezado a Engenharia portuguesa. A cultura científica foi preterida. Temos de voltar a apostar na Ciência e na Tecnologia. Um dos nossos mais graves problemas é o do emprego científico. Infelizmente, nos últimos tempos tem havido mais cientistas portugueses a ir para fora do que cientistas estrangeiros a vir para cá. Temos de parar esse êxodo de cientistas, pois o nosso futuro passa pelo contributo que eles nos possam dar.

Como físico, cientista, investigador, quais são as suas inquietações? A luz não o deixa dormir? Descansa com a luz ligada ou desligada?
Gosto de trabalhar de noite, com luz artificial. Há mais sossego. Metaforicamente, procuro a luz, que é o entendimento, a razão, a verdade, com a luz fisicamente ligada. Mas durmo com a luz desligada, como a maior parte das pessoas, julgo eu... Acordo de manhã com a ajuda da luz do dia. O meu ritmo de trabalho, como o de toda a gente, não pode deixar de estar adaptado ao ritmo solar.

Como vê Portugal? Colorido, esperto? Ou a preto e branco, mortiço?
A cores, embora eu seja um pouco daltónico... Portugal tem muita luz e tem as cores do verde das florestas e do azul do mar. Mas a pergunta é, entendo eu, se sou otimista ou pessimista... Os cientistas são otimistas por natureza, sabem que se pode sempre saber mais e fazer melhor. Se há partes de Portugal ainda a preto e branco temos de lhes pôr alguma cor.

Costuma referir que o século XXI é o século das Tecnologias da Luz. Não será também o século da Bioengenharia e das tecnologias ligadas à Saúde, algumas delas com base na luz, claro?
Não sou só eu que falo de Tecnologias da Luz. Mas é bem possível que os computadores de amanhã funcionem com luz em vez de eletricidade. Mas não menosprezo o valor das Ciências da Vida. Há um campo enorme para a Genómica, por exemplo. Diz, e muito bem, que as Ciências da Vida precisam da luz, estudada na Física: por exemplo, a estrutura do ADN foi desvendada nos anos cinquenta com a ajuda dos raios x, uma forma de luz. E, recentemente, desenvolveram-se novas técnicas: com a ajuda da Biotecnologia, conseguiram-se indicadores luminosos de processos biológicos. As ciências estão todas ligadas e é uma política errada a afirmação de uma superioridade de umas em relação às outras. É perceber pouco do que é a intrincada malha do saber, que extraímos da Natureza. Esta não conhece as nossas distinções disciplinares.

As ciências estão todas ligadas e é uma política errada a afirmação de uma superioridade de umas em relação às outras. É perceber pouco do que é a intrincada malha do saber, que extraímos da Natureza. Esta não conhece as nossas distinções disciplinares

Em 2015 comemoram-se cinco datas cimeiras associadas à luz: 1015, quando o árabe Al Haytham escreveu o primeiro livro de Ótica; 1815, quando o francês Fresnel confirmou a teoria ondulatória da luz; 1865, quando o britânico Maxwell publicou a sua teoria de eletromagnetismo, explicando a luz como ondas eletromagnéticas; 1915, quando o suíço Einstein publicou a teoria da relatividade geral, apresentando a luz no espaço-tempo; e 1965, quando os norte-americanos Penzias e Wilson descobriram a radiação cósmica de fundo, a luz mais antiga do Universo chegada até nós, e o anglo-americano Kao aperfeiçoou a tecnologia da fibra ótica, que hoje usamos abundantemente. O que está ainda por descobrir? Ou melhor, como antevê que o conhecimento da luz possa evoluir? Que revolução podemos esperar para 2065?
Niel Bohr, o grande físico quântico, afirmou que "era muito difícil fazer previsões". E logo acrescentou, ironicamente, "em especial do futuro". Não me atrevo por isso a fazer previsões. Mas lembro a voz de Einstein, o grande opositor intelectual de Bohr no debate sobre a Teoria Quântica: "o futuro chega sempre mais cedo do que se espera". ING

Protocolo Santander Totta

Um cartão desenhado especialmente para si

A pensar em si o Banco Santander Totta criou um cartão exclusivo, o Cartão de Crédito Classic Ordem dos Engenheiros.

Este cartão é um meio de pagamento aceite por comerciantes de todo o mundo. Poderá fazer levantamentos a crédito em Portugal e no Estrangeiro ou reforçar o saldo da sua Conta à Ordem, transferindo parte ou a totalidade do crédito disponível no Cartão Classic Ordem dos Engenheiros para a mesma.Todas estas vantagens aliadas à possibilidade de escolher a modalidade de pagamento mais adequada às suas necessidades, que poderá alterar a qualquer momento sem custos adicionais.

Para mais informações contacte o seu Gestor ou ligue para a SuperLinha – 707 21 24 24. Vá a www.ordemengenheiros.pt e marque um encontro com os nossos Especialistas, onde e quando quiser.

TAEG de 18,6%. Exemplo para uma utilização de crédito de 1.500€, incluindo a anuidade de 25€, com reembolso em 12 meses à Taxa Anual Nominal (TAN) de 15,00% acrescida dos impostos legais em vigor. Condições aplicáveis a novos contratos de crédito celebrados a partir de 1 de Abril de 2015.

Santander Totta

ESTUDO DE CASO

FOTOGRAMETRIA E LASER SCANNING
Como modelar o Mundo através da luz

PAULA REDWEIK
Professora do Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia
Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

// INTRODUÇÃO

De todas as tecnologias com as quais a profissão de Engenheiro Geógrafo contacta atualmente, a Fotogrametria e o Laser Scanning serão das que mais intensivamente dependem da luz, embora de modos diversos: enquanto a Fotogrametria recorre a registos de luz e à geometria de captação dos raios luminosos, o Laser Scanning tira sobretudo partido de propriedades da própria radiação eletromagnética, como o comprimento de onda e a respetiva velocidade de propagação. Curiosamente, das técnicas que recorrem à luz, a Fotogrametria terá sido a primeira a ser adotada pela profissão e o Laser Scanning a mais moderna. Ambas as tecnologias têm sido implementadas a partir de plataformas terrestres, aéreas e orbitais com oportunidades de aplicação complementares mas com um objetivo semelhante: modelar o Mundo, regiões, cidades ou objetos nelas existentes, reconstituindo-os rigorosamente a 3D na sua posição e forma, de modo a facilitar não só a sua análise por especialistas como também a sua observação e utilização pelo público. Destacam-se, em seguida, algumas particularidades de cada uma das tecnologias na diversidade das suas aplicações.

FOTOGRAMETRIA

1. CAPTANDO A LUZ REFLETIDA

Para a Fotogrametria, a luz refletida pelos objetos e registada num plano, formando uma imagem, é a matéria-prima necessária à sua aplicação. A imagem consegue-se obter utilizando uma câmara obscura que inclua um suporte plano coberto com uma camada sensível à luz. Nos inícios da Fotografia, em meados do século XIX e durante mais de treze décadas, essa camada era de origem química (normalmente uma suspensão de brometo de prata em gelatina) passando, a partir da invenção da câmara digital ocorrida em 1975, a ser de origem eletrónica, sendo constituída por um conjunto de sensores fotoelétricos. Os dois tipos de câmaras vieram a coexistir durante algumas décadas. Mas foi, de facto, a invenção inicial da Fotografia química, patenteada por Nicéphore Niépce e Louis Daguerre em 1839, que originou, poucos anos depois, a Fotogrametria, como técnica de medir e reconstruir um qualquer objeto a partir de imagens fotográficas ao invés de usar os tradicionais métodos de medição direta ou técnicas topográficas.

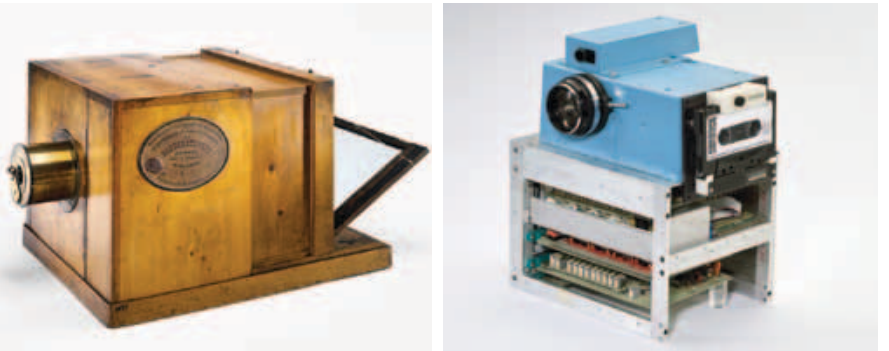


Figura 1 – **Câmara fotográfica de 1839, ainda sem objetiva (Esq.)** [www.deutsches-museum.de/sammlungen/foto-und-film]**; primeira câmara digital de 1975 com suporte de memória em cassete (Dir.)** [http://petapixel.com/2010/08/05/the-worlds-first-digital-camera-by-kodak-and-steve-sasson]

2. EXPLORANDO A LUZ CAPTADA

Os pioneiros da Fotogrametria surgiram por volta de 1850 simultaneamente em França, com o Coronel Laussedat, e na Alemanha, com o Engenheiro Meydenbauer, que, sem saberem um do outro, inventaram métodos semelhantes de medição em fotografias para produzir cartas do terreno, no caso de Laussedat, e plantas e alçados de monumentos, no caso de Meydenbauer. É deste último a autoria do nome que haveria de vingar até aos nossos dias para a técnica em questão: Photogrammetrie – medição em fotogramas (fotografias obtidas por câmaras cuja geometria é determinável). Curiosamente, Laussedat batizou a técnica com dois nomes sonantes, que podem ser traduzidos por Metrofotografia e Iconometria (medição por imagens), os quais não vieram a vingar, embora este último melhor se adaptasse à situação atual da Fotogrametria visto esta ter deixado, há muito, de estar limitada à medição em fotogramas, podendo aplicar-se hoje a imagens de variada origem e geometria, como as de satélite de alta resolução, de câmaras de vídeo ou de câmaras panorâmicas.

Em Portugal, o maior impulsionador da Fotogrametria na produção cartográfica e no apoio ao cadastro foi, sem dúvida, o General Norton de Matos, mais conhecido entre nós pela sua carreira política. Como diretor técnico da primeira firma de fotogrametria portuguesa, fundada em 1930, a Sociedade Portuguesa de Levantamentos Aéreos Lda. (SPLAL), dirigiu projetos de grande dimensão no Continente e nas, então, Colónias portuguesas, para além de ter publicado inúmeros artigos de divulgação da Fotogrametria como meio preciso e económico de proceder aos levantamentos cartográficos tão necessários ao desenvolvimento do País.

A exploração geométrica das fotografias, que começou por consistir em soluções gráficas, passou, nos inícios do século XX, a ser realizada recorrendo a engenhosos instrumentos óticos e mecânicos que permitiam realizar a transformação da informação constante nas fotografias para as cartas, plantas ou alçados, nem necessitar de cálculos, pois, embora as soluções analíticas de tal transformação fossem já conhecidas desde 1899 (desenvolvidas por S. Finsterwalder) elas exigiam demasiados cálculos, o que era incomportável para as capacidades computacionais da época. Tais soluções vieram, no entanto, a ser recuperadas nos anos oitenta do século XX, quando os computadores se tornaram acessíveis e com capacidades de cálculo ajustadas às necessidades da Fotogrametria. Entrou-se, então, na época da Fotogrametria analítica, a qual rapidamente foi substituída pela Fotogrametria digital, caracterizada pela associação dos modelos matemáticos ao processamento de imagens digitais, fase em que nos encontramos atualmente. A velocidade alucinante a que se desenvolvem atualmente as ciências informáticas permitem hoje explorar a informação de conjuntos de imagens de uma forma e a uma velocidade nunca vistas para a modelação de objetos a 3D, aproveitando a comunidade fotogramétrica de desenvolvimentos originários das áreas da Visão Computacional e da Visão Robótica. Constata-se, no entanto, que, embora a organização dos dados para o aceleramento do seu acesso e processamento seja original, muitos dos algoritmos fundamentais que transformam informação imagem em informação 3D são os da Fotogrametria básica, embora surjam rebatizados (alguns até reinventados!) na literatura internacional.

3. MODELANDO A PARTIR DA LUZ CAPTADA

3.1. Modelando o Presente

O maior cliente da Fotogrametria aérea a nível mundial tem sido, desde sempre, a produção de cartografia atualizada. Esta utiliza a Fotogrametria como meio de aquisição de dados geoespaciais a 3D dos objetos construídos sobre o terreno, recorrendo à estereoscopia, para os projetar num plano a 2d – a folha da carta, o monitor de um computador ou o ecrã de um telemóvel ou dispositivo de navegação por GNSS – eventualmente com a informação das cotas (a terceira dimensão) adicionada em forma de curvas de nível e pontos cotados, cujo conjunto se destina a descrever graficamente as formas do relevo do terreno cartografado no plano. Outro modo de representação da informação geoespacial, muito utilizado em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e globos virtuais (ex. Google Earth, Bing Maps), são as ortofotos, as quais consistem em imagens georreferenciadas geradas analiticamente por Fotogrametria a partir de fotografias aéreas obtidas de avião ou de VANT (Veículos Aéreos Não Tripulados) ou ainda a partir de imagens de satélite de alta resolução. Um terceiro produto visualmente apelativo e igualmente muito utilizado em SIG e dispositivos móveis, com objetivos interpretativos e de representação e disseminação de resultados finais, são os modelos 3D do terreno de textura realista a média escala. Também a Fotogrametria aérea é utilizada como um dos métodos de aquisição de informação geoespacial 3D para Modelos 3D Urbanos a grandes escalas. Quanto à Fotogrametria terrestre e próxima, ela é utilizada na modelação tridimensional de edifícios e outros objetos e como método não invasivo de medição em muitos outros campos de aplicação que incluem a Biomecânica, a Medicina, a Arqueologia, as Indústrias Automóvel e Aeronáutica e a Engenharia Civil.

Figura 2 – **Exemplos de produtos da Fotogrametria:**
a) cobertura fotogramétrica aérea; b) estereorrestituição digital; c) carta em suporte de papel e em dispositivo móvel; d) modelo 3D fotorealista (Porto Santo); e) modelo 3D urbano (Campo Grande); f) modelo 3D de um monumento (Palácio Burnay)
Fontes das imagens: a) e c) internet

3.2. Modelando o Passado

Uma das vantagens dos registos de luz, técnica que, como referido anteriormente, já é dominada há mais de 175 anos, é permitir-nos viajar no tempo e rever paisagens e objetos que já foram alterados ou que já não existem. De facto, desde que existam fotografias antigas que tenham sido obtidas com requisitos fotogramétricos, é possível não só a sua visualização e análise como a reconstituição das paisagens e objetos a 3D com técnicas de hoje. A modelação tridimensional do Porto de Lisboa em 1938 e a reconstituição do relevo da região do Alto Rabagão em 1949, antes da construção da barragem, são apresentados na Figura 3 como exemplos de projetos recentes realizados com fins arqueológicos.

3.3. Modelando para pre(ca)ver o Futuro

É evidente que a luz do Futuro não é passível de ser captada. Mas é possível modelar vários momentos do passado e do presente através da Fotogrametria para, detetando a tendência de evolução de fenómenos registados em fotografias, prever o futuro comportamento desses fenómenos e precavermo-nos das suas consequências. Tal é o caso, por exemplo, do estudo fotogramétrico da evolução das arribas ao longo da costa portuguesa. A reconstituição da linha do topo da arriba e da sua base em diversos conjuntos de fotografias aéreas, datando em algumas zonas, desde 1938 até à atualidade, permite detetar alterações ocorridas no topo da arriba, datá-las relativamente e medir áreas perdidas em cada ocorrência. Tais dados são essenciais para caracterizar estatisticamente cada troço de arriba quanto à sua perigosidade devida a movimentos de terra ou queda de blocos. Em zonas de arriba instável com praia adjacente, onde a arriba representa um risco elevado, é feito adicionalmente o levantamento por fotogrametria terrestre em várias épocas e comparados os resultados em 3D. Com base nas conclusões do estudo são delimitadas faixas de risco no local para ambos os lados da arriba com o objetivo de evitar acidentes com perdas humanas e de bens, num contexto de gestão das faixas litorais.

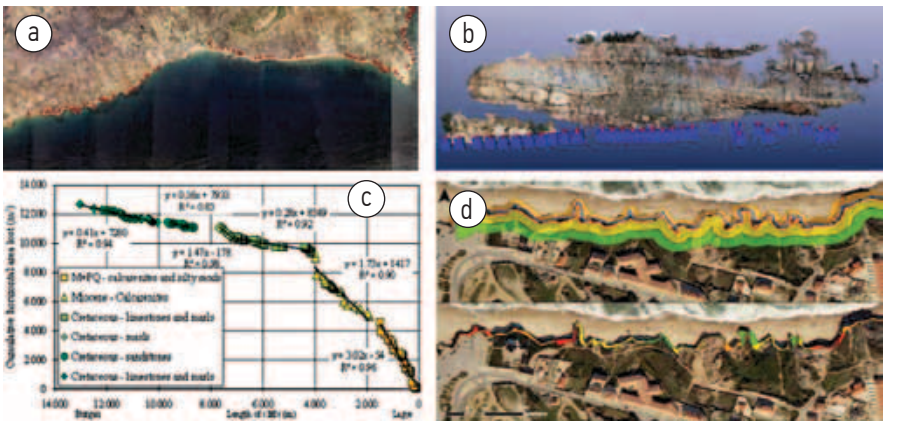


Figura 4 – **Estudo da evolução das arribas por Fotogrametria multi-temporal:**
a) movimentos detetados na arriba de Burgau a Lagos entre 1952 e 2007;
b) levantamento fotogramétrico terrestre da arriba de Valmitão: nuvem de pontos 3D;
c) gráfico de correlação entre número de movimentos e geologia/litologia da arriba;
d) faixas de risco (em cima); mapa de suscetibilidade à ocorrência de movimentos (em baixo)

LASER SCANNING

1. MEDINDO COM LUZ EMITIDA

O Laser Scanning teve origem na segunda metade dos anos noventa do século XX e, pouco tempo depois da sua implantação nas ciências geoespaciais, teve um enorme sucesso apesar do seu elevado custo. Ao contrário da Fotogrametria, este é um método de medição ativo utilizando um feixe de laser de comprimento de onda conhecido que é emitido em direção ao objeto segundo uma direção espacial determinada, sendo por ele refletido e de novo recebido pelo instrumento. O tempo de voo ou a diferença de fase entre a onda emitida e a recebida são utilizadas para determinar a distância ao objeto e em conjunto com a direção espacial do feixe emitido é possível determinar as coordenadas 3D do ponto do objeto relativamente ao instrumento. Desviando a direção espacial do feixe laser sucessivamente faz-se com que um perfil de pontos do objeto vá sendo adquirido e registado. Se adicionalmente o instrumento estiver em movimento de rotação ou de translação, o perfil no objeto muda de posição e vão sendo medidos sucessivos perfis de pontos que no seu conjunto formam uma nuvem de pontos 3D a qual descreve a forma da superfície do objeto. Para tal, é necessário, geralmente, o processamento de sinais provenientes de dispositivos associados ao laser scanner que permitem determinar constantemente a posição no espaço da origem do feixe emitido e a sua orientação espacial. O detalhe da nuvem de pontos é geralmente muito grande e a precisão de cada ponto dependerá de vários fatores, como a distância, a refletância e a natureza da superfície do objeto. Uma particularidade dos levantamentos por laser scanning é a grande densidade e quantidade de dados recolhidos que não raramente os torna intratáveis em computadores vulgares

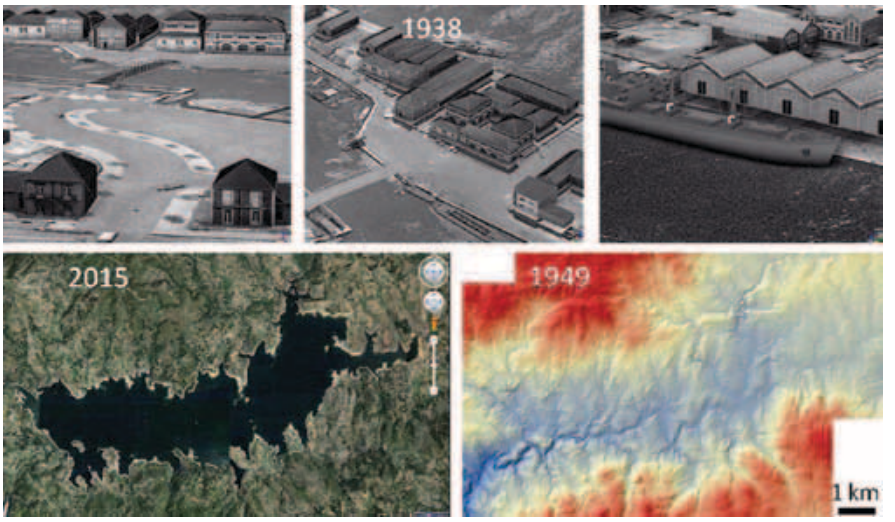


Figura 3 – **Modelos do passado: modelo 3D do Porto de Lisboa em 1938 (em cima); reconstituição do relevo de 1949 na zona da Barragem do Alto Rabagão (em baixo)**

e com software não específico, mas que processados adequadamente dão origem a resultados de excecional qualidade.

2. MODELANDO COM LUZ EMITIDA

A nuvem de pontos raramente é um produto final. Constitui, na maior parte das aplicações, um manancial de dados coordenados, mas descontextualizados, do objeto a partir do qual se retira apenas a informação geométrica relevante para cada aplicação e se geram verdadeiros modelos 3D que a simples nuvem não constitui. Com o desenvolvimento informático atual é possível gerar com Fotogrametria nuvens de pontos 3D de qualidade igual ou superior às geradas por Laser Scanning nas mesmas condições de aplicação. Há, no entanto, situações em que com o Laser Scanning se obtém resultados não atingíveis com a Fotogrametria por demasiada irregularidade ou complexidade do objeto a modelar ou da sua vizinhança. Serão de seguida brevemente referidas algumas aplicações do Laser Scanning em que este representa uma mais-valia relativamente à Fotogrametria na modelação do nosso Mundo.

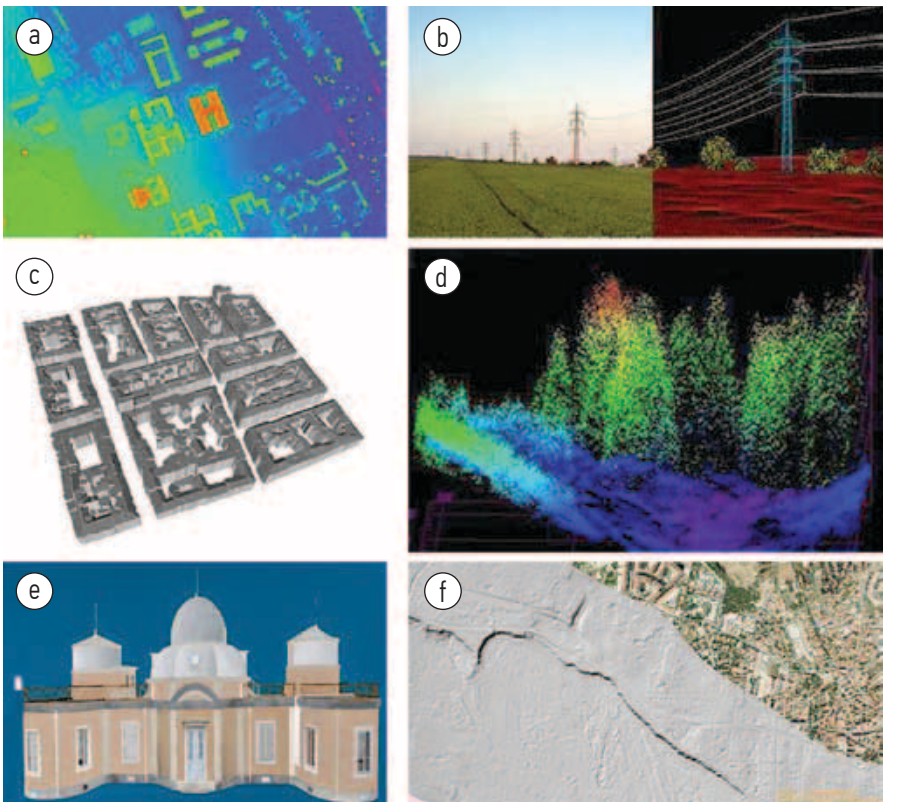


Figura 5 – **Aplicações do Laser Scanning: a) modelo digital de superfície do Campus da Universidade de Lisboa; b) monitorização de linhas de alta tensão; c) extração de edifícios para modelos 3D urbanos; d) estudos florestais; e) modelo 3D do Observatório Astronómico da Escola Politécnica (Lisboa); f) batimetria da praia da Bafureira (Cascais)**
Fontes das imagens: b) c) d) internet, f) DGT

2.1. Na terra

Na modelação do terreno, por ser um sensor ativo, o Laser Scanning utilizado a partir de uma plataforma aérea tem a capacidade de registar vários ecos do mesmo impulso emitido originados geralmente pela reflexão do feixe em pontos a diversas cotas que correspondem a vários níveis de folhagem de vegetação alta (árvores). Essa propriedade proporciona não só a distinção entre o terreno e a superfície superior da vegetação como pode também ser explorada para estudos florestais e de quantificação de biomassa. Mas também nas cidades o Laser Scanning apresenta mais-valias. A modelação 3D urbana congrega dados de muitas origens. Os dados provenientes de Laser Scanning aéreo descrevem a posição e forma dos edifícios vistos de cima, bem como as formas e alturas dos telhados. Do Laser Scanning terrestre fixo são normalmente modelados edifícios notáveis e monumentos de características irregulares não economicamente modeláveis por Fotogrametria terrestre. O Laser Scanning móvel montado em automóveis que percorrem as ruas da cidade, geralmente associado a fotografia, é utilizado para a modelação em massa das restantes fachadas e determinação extensiva da posição de elementos de equipamento urbano, como paragens de autocarro, sinais de trânsito, bancos de jardim, etc.

2.2. No ar

As infraestruturas aéreas, como as redes de transporte de energia de alta e baixa tensão, são estruturas que se desenvolvem ao longo de centenas de quilómetros. A forma e posição dos cabos e postes são captadas pelo Laser Scanning aéreo com base em helicópteros, que possibilitam um voo baixo e uma consequente alta densidade de dados, possibilitando a monitorização dessas infraestruturas em gabinete.

2.3. Na água

O Laser Scanning aéreo é utilizado para obter dados 3D do fundo do mar costeiro, do leito de rios ou do fundo de lagos. Utilizando dois feixes laser de diferentes comprimentos de onda, um na banda do infravermelho e outro na banda do verde (visível), é possível determinar o desfasamento temporal entre a receção dos dois impulsos, um refletido pela superfície da água e o outro pelo fundo. Entrando em linha de conta com a velocidade de propagação da radiação verde na água e com o índice de refração da água (doce ou salgada), é possível determinar a altura da coluna de água que é posteriormente transformada em profundidade do ponto do fundo. Com a nuvem obtida é possível modelar o fundo dos lagos, de rios ou do mar perto da costa.

CONCLUSÃO

A Fotogrametria e o Laser Scanning são duas tecnologias utilizadas pela Engenharia Geográfica que se baseiam quer na emissão quer na captação dos raios luminosos. A luz é utilizada para extrair informação geométrica e/ou radiométrica de qualidade da superfície emersa ou imersa da Terra e de objetos à sua superfície. Baseando-se a Fotogrametria essencialmente na qualidade da imagem e na sua geometria e o Laser Scanning na concorrência de diversas tecnologias de ponta, ambas contribuem notavelmente para a modelação espacial ou temporal do nosso Mundo através da luz. ING

ESTUDO DE CASO

PRODUÇÃO DE MICROALGAS
Uma outra forma de utilizar a luz solar

JOÃO NAVALHO
Administrador da Necton – Companhia Portuguesa de Culturas Marinhas, S.A.

As microalgas constituem um sistema biológico bastante eficiente na transformação da energia solar em compostos orgânicos, através da fotossíntese. Podendo ser cultivadas nos mais diversos locais, desde os polos ao mais inóspito deserto, as microalgas poderão ser uma fonte de proteína para populações que habitam locais onde a agricultura tradicional não é viável.

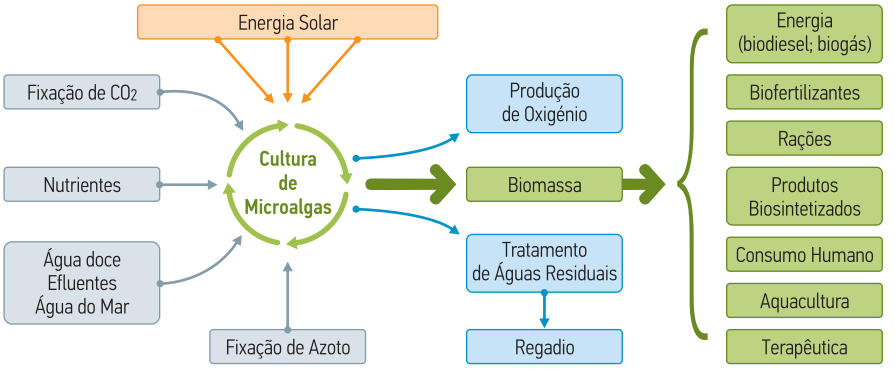


Figura 1 – **Esquema simplificado dos *inputs* e *outputs* de uma cultura de microalgas**

Utilizadas desde tempos imemoriais pelos astecas e pelas tribos indígenas do Chade como fonte de proteína, certas microalgas, quando cultivadas em condições apropriadas, podem duplicar a sua biomassa diariamente, produzindo matéria seca com mais de 50% de proteína.

Quando comparadas com as plantas superiores, as microalgas apresentam melhores taxas de crescimento do que estas, não sendo tão dependentes das variações sazonais e, principalmente, as espécies marinhas não necessitam de água doce para a sua produção, abrindo boas perspetivas para aplicações de agricultura marinha. O facto de serem plantas não vasculares permite que a biomassa produzida seja completamente aproveitada, contrariamente às plantas superiores, onde os produtos se concentram em estruturas como folhas, raízes, casca, sementes, etc.

Figura 2 – **Nativos do Chade recolhendo Spirulina de um "bloom" natural para a produção de Dhie, um bolo de Spirulina**

Como qualquer outro microrganismo, as microalgas reagem a alterações no meio exterior, com alterações no seu meio intracelular; dessa forma, a manipulação das condições de cultivo, nomeadamente a presença ou ausência de determinados nutrientes e a sua concentração, estimula a biossíntese de variados compostos. Essa flexibilidade metabólica apresentada pelas microalgas permite a modificação da sua composição bioquímica, alterando as condições de cultura; por exemplo, a *Dunaliella salina* reage ao excesso de radiação, produzindo betacaroteno, a *Nannochloropsis* cultivada em excesso de azoto, é rica em proteína, já quando é cultivada em deficiência desse nutriente, acumula lípidos. Ainda o facto de a cultura poder ser realizada em situações de deficiência de nutrientes, o que permite um melhor aproveitamento destes e um menor impacto ambiental.

O facto de estes microrganismos se reproduzirem, normalmente, por simples divisão binária, não apresentando na maioria dos casos estágios sexuais diferenciados, permite que se complete um ciclo celular em poucas horas. Este facto, aliado à sua relativa simplicidade, torna as microalgas organismos alvo de novas tecnologias no âmbito do melhoramento genético e biotecnologia. Por outro lado, a quantidade enorme de indivíduos em cultura permite uma seleção natural daqueles, de entre a população, que melhor se adaptam às condições específicas da cultura, possibilitando, assim, a seleção rápida de uma população especializada e mais produtiva para as condições dadas.

A ideia de produzir microalgas em escala industrial surgiu no Japão, no final da II Guerra Mundial, onde o país fazia face a uma grande escassez de proteína; a microalga *Chlorella vulgaris* surgiu deste modo como uma alternativa viável para o fornecimento de proteína à população.

Mais tarde, durante a crise petrolífera dos anos setenta, foram realizados projetos de

Figura 3 – **Instalação de produção de Chlorella no Japão**

desenvolvimento de culturas de microalgas, nomeadamente em Israel e na Austrália, para a produção de *Dunaliella salina*; da ideia original de produção de glicerol, estes projetos deram origem a empresas produtoras de betacaroteno por *Dunaliella*.

Também no início dos anos setenta, aproveitando um lago natural alcalino existente próximo da cidade do México, onde se procedia à extração de carbonato de cálcio, a empresa Sosa Texcoco, iniciou a produção de *Spirulina*, no "caracol", um gigantesco tanque de evaporação em forma espiralada construído no local; esta foi, durante anos, a maior instalação de produção de microalgas do Planeta. No entanto, motivado essencialmente pela pressão imobiliária, resultante do crescimento da cidade, esta foi encerrada no final dos anos oitenta.

Figura 4 – **O "caracol", unidade de produção extensiva de Spirulina, México**

A microalga que mais recentemente atingiu a fase de produção industrial e sobre a qual existe mais interesse é o *Haematococcus*, microalga de água doce que tem a particularidade de acumular elevadas quantidades de astaxantina, pigmento e antioxidante de elevado valor comercial. A tecnologia é dominada pela empresa israelita AlgaTechnologies que utiliza fotobioreatores tubulares para a sua produção.

O desenvolvimento recente da aquacultura, nomeadamente da aquacultura marinha, implicou o desenvolvimento de novas técnicas e culturas de novas espécies de microalgas. De facto, a produção de camarão, de bivalves e de peixes marinhos em aquacultura, implica na produção de microalgas, elas fazem parte da cadeia trófica dos animais, especialmente das suas fases larvares; este facto implica que uma maternidade de dourada, de camarão, de ostra..., tenha obrigatoriamente uma unidade de produção de microalgas. Esta necessidade, e o crescimento da indústria, criou oportunidade ao aparecimento de empresas produtoras de microalgas, especializadas em servir estas maternidades, com soluções concentradas, ou em pó, de microalgas, substituindo a produção própria com evidentes ganhos.

Mais recentemente, quando da assinatura do Protocolo de Quioto e subsequente crise energética, as microalgas foram apontadas por muitos como uma das soluções para o sequestro de carbono e produção de biodiesel; tal facto resultou em enormes investimentos, tanto do setor público como do privado, na busca do sistema, da estirpe, da tecnologia que, de algum modo, pudesse produzir óleo a partir de microalgas a preços competitivos. De facto, a ideia, não sendo original, é bastante simples de entender e resulta muito atrativa, numa lógica de transformação de efluentes em valor. Assim, a utilização de águas residuais, por exemplo da indústria alimentar e dos nutrientes nelas contidos, aliada ao fornecimento de CO_2 oriundo das chaminés dessa indústria, permitiria reduzir o impacto ambiental da mesma, produzindo valor. A utilização de microalgas para o tratamento de águas residuais está a ser estudada há mais de 40 anos. Se a essa tecnologia juntarmos nutrientes gratuitos, os terrenos da própria instalação, sistemas de produção ligeiros e uma agitação energeticamente reduzida, a equação resulta bastante promissora; no entanto, mais de dez anos passados, e depois de muitos milhões de euros investidos, estamos longe de ter as tecnologias maduras ao ponto de se poder atingir as escalas necessárias à eventual rentabilidade do processo.

Figura 5 – **Produção de Haematococcus em fotobioreatores tubulares na AlgaTechnologies, Israel**

SPIRULINA (ARTHROSPIRA SPP.)

Grupo de cianobactérias que se dispõem em colónia de forma espiralada; é um grupo que existe em todo o Planeta e que domina o ecossistema de lagos alcalinos naturais. Produzida em tanques abertos, em sistema extensivo ou semi-intensivo, a *Spirulina* é a microalga com maior volume de produção. A sua produção é facilitada em virtude de esta espécie resistir a elevados valores de pH, sendo este facto utilizado na gestão e prevenção de contaminantes; também o facto de ser um organismo colonial facilita e reduz drasticamente os custos relacionados com a colheita. É uma microalga (cianobactéria) com um excelente valor nutricional, contendo mais de metade do seu peso em proteína, contendo todos os aminoácidos essenciais, e sendo rica em carotenoides e em GLA (ácido gama-linolenico), um ácido gordo essencial; a *Spirulina* é também utilizada como fonte de ficocianina, um pigmento azul utilizado como corante natural e algumas aplicações farmacêuticas. O preço desta microalga, quando transacionada a granel, varia entre os 5 e os 20 €/kg, a produção mundial estimada andará à volta das 9.000 toneladas por ano, produzidas por mais de 50 empresas em todo o Mundo.

CHLORELLA

É uma microalga verde de reduzidas dimensões e com distribuição mundial. A sua produção é liderada pelo Japão, onde é culturalmente aceite como "comida saudável" e consumida há mais de 50 anos; é um "super-vegetal" que compara superiormente em termos nutricionais com todos os vegetais de consumo humano, com a vantagem de ser muito concentrado; metade do seu peso é proteína de elevada qualidade, é rica em minerais bio-disponíveis como o magnésio, o cálcio ou o ferro, contém quantidades apreciáveis de ácidos gordos polinsaturados e beta-glucanos, que são agentes imuno-estimulantes. É tradicionalmente produzida em tanques abertos, com as empresas mais recentes a optarem por sistemas

fechados, fotobioreatores, de modo a acrescentar valor à biomassa produzida para a alimentação humana. Os preços de *Chlorella*, a granel, variam entre os 12 e os 40 €/kg, a produção mundial estimada andará pelas 4.000 toneladas, produzidas por cerca de 30 companhias em todo o Mundo.

DUNALIELLA

Microalga adaptada a ambientes hipersalinos, é esta que tinge de laranja as salinas em todo o Planeta; a adaptação deste extraordinário microrganismo a estes ambientes implicou no desenvolvimento de um mecanismo regulatório da pressão osmótica, que esta compensa, sintetizando ou consumindo glicerol e uma proteção contra o excesso de radiação existente nestes ecossistemas; assim, a *Dunaliella*, quando sobre sujeita a condições de radiação solar excessiva, sintetiza betacaroteno, que deposita no exterior do cloroplasto, numa camada protetora dos raios ultravioleta. A capacidade de sobreviver e crescer em ambientes hipersalinos confere uma vantagem substancial à sua cultura, uma vez que desse modo se consegue controlar em grande medida os contaminantes, daí que culturas

Figura 6 – **Produção extensiva de Dunaliella na Hutt Laggon, um gigantesco lago salgado localizado na Austrália**

industriais desta microalga são normalmente feitas em tanques abertos; o produto, o betacaroteno, é utilizado na nutracêutica como fonte de provitamina A e na indústria alimentar como corante laranja natural. Os preços desta microalga, quando vendida a granel, dependem da quantidade de betacaroteno nela contida e poderão chegar aos 80 €/kg. A produção mundial rondará as 3.000 toneladas, produzidas por uma dezena de companhias.

HAEMATOCOCCUS

É a fonte natural de astaxantina mais rica que se conhece. Este carotenoide antioxidante com aplicações farmacêuticas no campo da visão é também um ingrediente essencial na ração de um dos peixes mais cultivados no planeta, o salmão. O Haematococcus é cultivado normalmente em sistema fechado, é uma microalga de produção difícil, tem um crescimento lento e um sistema de produção em duas fases, uma de produção de biomassa verde, outra de indução e produção de astaxantina; tem associados contaminantes parasitas de ciclo de vida complexo e de difícil deteção e combate. A produção anual mundial estimada será inferior às 400 toneladas, produzidas por uma dezena de companhias. O preço da biomassa em granel varia diretamente com a quantidade de pigmento nesta contida e poderá atingir os 250 €/kg.

NANNOCHLOROPSIS

É uma microalga essencial na produção de peixes marinhos em aquacultura, especialmente durante o primeiro mês de vida, onde o animal, ainda uma larva, dispõe de um sistema digestivo muito rudimentar e de necessidades nutricionais muito específicas. O facto de esta microalga ser essencial, mas circunscrita no tempo, leva a que as maternidades tenham obrigatoriamente de manter as culturas constantemente, para uma utilização de um mês em cada ciclo de três/quatro meses; este facto levou ao aparecimento de algumas empresas, pequenas, que trabalhando diretamente com o utilizador, o cliente, conseguem suportar um negócio de pequeno volume mas de elevado valor. É eventualmente uma das mais promissoras microalgas em cultura, uma vez que o seu perfil nutricional é comparável ao da farinha de peixe utilizada na fabricação de rações para aquacultura; com o decréscimo na produção de farinha de peixe esta poderá atingir, em breve, preços que justifiquem o substancial aumento da escala destas unidades de produção de microalgas. Existirão cerca de dez empresas neste negócio, sendo a mais antiga, a nível europeu, a portuguesa Necton; a produção mundial é inferior a 100 toneladas com preços que poderão atingir os 200 €/kg.

Existe um consenso geral de que a conversão da energia solar em biomassa vegetal, está limitada a 9% da radiação incidente, equivalente a 27% da radiação fotossintetiamente ativa, que representa cerca de 45% da radiação total. A essa eficiência corresponde uma produtividade máxima de 300 toneladas por hectare por ano, dependendo da localização. No entanto, as produtividades realmente alcançadas situam-se na ordem das dez a 30 toneladas por hectare em tanques abertos, que compara com as produtividades atingidas por culturas de beterraba, milho ou cana-de-açúcar; já em sistemas de produção mais intensivos, os fotobioreatores, as produtividades podem andar na ordem das 50/100 ton/ha/ano. No entanto, se compararmos os custos de investimento com a agricultura intensiva, uma produção de microalgas implica num investimento de dez vezes superior para os sistemas menos produtivos, podendo chegar às 100 vezes para os sistemas mais intensivos, implicando logicamente na necessidade de produzir mais valor.

Figura 7 – **Produção de Nannochloropsis em fotobioreatores de placa na Necton, S.A., Portugal**

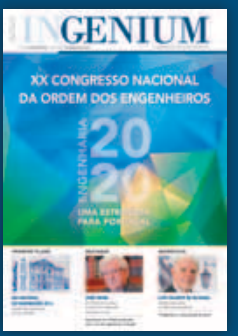
O maior desafio da indústria de produção de microalgas será, talvez, o desenvolvimento das tecnologias, das estirpes e das metodologias necessárias ao controlo das contaminações e aumento da eficiência do processo. Não existem ainda soluções "chave-na-mão" para esta indústria, as condições climatéricas influenciam muito a atividade, não existem estirpes híper-produtivas nem resistentes a pestes. As contaminações – de longe o maior problema da indústria – ainda estão a ser entendidas ao nível industrial, são tratadas com secretismo e a indústria não tem ainda dimensão suficiente para atrair os gigantes da agricultura, que trarão, por certo, novos métodos, novos químicos e novas espécies. Apesar de tudo isso, a produção de microalgas poderá constituir-se, em breve trecho, numa revolução verde condutora à afirmação da agricultura marinha. ING

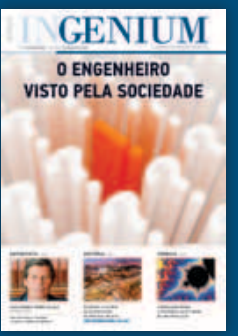
INGENIUM

A ENGENHARIA PORTUGUESA EM REVISTA

A "INGENIUM" NÃO É APENAS
A ENGENHARIA PORTUGUESA EM REVISTA

é também a revista dos Engenheiros:
profissionais especializados | empresários | consumidores |
decisores influentes na vida económica e empresarial do País





BIMESTRAL | 49.000 EXEMPLARES | EXPEDIÇÃO GRATUITA

Enviada para todos os Engenheiros
inscritos na Ordem dos Engenheiros, para entidades oficiais,
empresas nacionais e estrangeiras, Engenheiros de Angola,
Cabo Verde e Moçambique, entre outros públicos.

A "Ingenium" é associada da API – Associação Portuguesa de Imprensa

Para anunciar a sua empresa ou produto na "Ingenium", contacte
gabinete.comunicacao@ordemdosengenheiros.pt | Tel.: 213 132 627

Condições preferenciais para Membros da Ordem dos Engenheiros

ESTUDO DE CASO

CÉLULAS FOTOVOLTAICAS POLIMÉRICAS

JORGE MORGADO
Professor Associado do Departamento de Bioengenharia
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

A tecnologia comum das células fotovoltaicas baseia-se em semicondutores inorgânicos, sendo o silício o caso paradigmático. Nos últimos anos, têm sido desenvolvidos materiais e tecnologias alternativas que, embora possam ainda não competir para a produção elétrica em grande escala, como é o caso das centrais fotovoltaicas, disputam nichos de mercado onde ameaçam tornar-se dominantes. Nesta comunicação aborda-se uma dessas tecnologias baseada em polímeros semicondutores.

A energia solar sustenta a vida na Terra. É ela que, através da fotossíntese, permite o fabrico de combustível necessário para alimentar os processos que ocorrem nas células da generalidade dos seres vivos, estando, por isso, associada à base da cadeia alimentar.

O Sol radia uma quantidade enorme de energia. A potência que diariamente atinge a Terra é de 174.000TW, o que corresponde a cerca de 10.000 vezes o consumo mundial, segundo o Departamento de Energia dos Estados Unidos da América. A energia solar, para além de ser usada no fabrico de combustíveis solares (como a glucose), pode ser captada sob a forma térmica. Contudo, a forma tecnologicamente mais versátil e importante é a sua conversão direta em energia elétrica usando o efeito fotovoltaico. Uma outra utilização que adquire um crescente interesse é a geração de hidrogénio.

Comparada com outras fontes de energias sustentáveis como a eólica, hidráulica, ou a energia das marés, a energia solar permite gerar energia elétrica para utilização direta em sistemas móveis ou portáteis. A par da portabilidade, o armazenamento da energia é um outro processo de importância crítica, dado que conduz a uma perda de eficiência global de produção de energia, mas que permite, por outro lado, a sua utilização em sistemas móveis e ainda compensar os períodos em que se não consegue gerar energia elétrica.

A geração de energia elétrica a partir de energia solar usando o efeito fotovoltaico, reconhecido por A. E. Becquerel em 1839, requer o uso de semicondutores. Fotões de energia adequada, ou seja, superior ao hiato (*gap*) do semicondutor, podem provocar a promoção de eletrões da banda de valência à banda de condução (excitação eletrónica). Associado a esta promoção eletrónica, há a criação de um buraco ou lacuna eletrónica na banda de valência, com carga formal positiva. Se o eletrão excitado e o buraco associado forem recolhidos antes de se dar o regresso do eletrão à banda de valência (aniquilando o buraco), podemos ter um sistema que gera corrente elétrica, ou seja, uma célula fotovoltaica.

O silício tem sido o material mais usado nas camadas ativas das células fotovoltaicas, tendo a primeira célula viável sido demonstrada pelos Laboratórios de Bell, nos Estados Unidos da América, em 1954. Assim, a generalidade dos painéis fotovoltaicos (ou módulos, que combinam várias células) que se encontram instalados são fabricados com base neste material. A utilização de semicondutores compostos, que combinam vários elementos, tem permitido elevar a eficiência das células fotovoltaicas para níveis muito elevados, da ordem de 30%, que é o valor limite para uma célula, segundo uma previsão de Shockley e Queisser [1]. Para ultrapassar este limite, uma das soluções de maior sucesso é a utilização de células sobrepostas (*tandem cells*), que conduziu a valores de eficiência de cerca de 39%. A utilização de concentradores solares permitiu aumentar a eficiência até 46% [2].

Contudo, o elevado custo dos sistemas mais eficientes limita o seu uso a aplicações muito específicas, como as aeroespaciais. Por essa razão, os painéis fotovoltaicos comerciais são baseados em silício com eficiências que rondam os 15% e com tempos de vida da ordem dos 25 anos.

CONSIDERANDO O TEMPO DE VIDA DESTES SISTEMAS, QUAL A MOTIVAÇÃO PARA A PROCURA DE SISTEMAS ALTERNATIVOS? PORQUÊ SEMICONDUTORES ORGÂNICOS?

Os polímeros são materiais essencialmente conhecidos como estruturais. Contudo, em particular nas últimas décadas, um progresso impressionante tem sido observado na aplicação destes materiais como materiais funcionais, explorando as suas propriedades óticas, elétricas e mesmo magnéticas.

Um tipo particular de polímeros, conhecidos como polímeros conjugados, que alternam ao longo da cadeia principal ligações duplas e simples, exibe propriedades semicondutoras, que, até certo ponto, se assemelham às do silício. Por outro lado, alguns destes polímeros são também luminescentes (propriedade não observada no silício) o que tem estado a ser explorado em sensores e, acima de tudo, em díodos emissores de luz (*LED*) e em ecrãs orgânicos.

As características destes materiais, como a baixa densidade, flexibilidade mecânica e enorme variedade de estruturas disponíveis, além da possibilidade de processamento a partir de solução, tornam-nos particularmente apelativos para várias aplicações. A par dos polímeros, também moléculas conjugadas de baixa massa molecular estão a ser exploradas para as mesmas aplicações.

Comparados com o silício, os polímeros possuem uma maior absortividade, pelo que se consegue uma absorção total de fotões solares com espessuras muito menores, conduzindo assim ao consumo de uma menor quantidade de material. Por outro lado, a mobilidade das cargas (eletrões e buracos) é muito inferior à observada no silício, pelo que a utilização de filmes muito finos permite, pelo menos para aplicações em células solares, limitar o seu efeito prejudicial na eficiência.

Para permitir uma eficiente fotogeração de carga, as células solares de silício consistem em junções p-n que facilitam a separação dos eletrões dos buracos e a sua recolha nos elétrodos. No caso das células solares orgânicas, com base em polímeros ou moléculas de baixa massa molecular, o eletrão excitado e o buraco estão mais ligados, sendo necessária uma energia adicional (que se traduz numa perda) para os separar. Tal é conseguido combinando dois materiais moleculares: um deles fica/capta o buraco e o outro fica/capta o eletrão excitado. Forma-se o equivalente a uma junção p-n sem que haja, de facto, ligação química entre os dois materiais. As células orgânicas mais eficientes combinam polímeros de hiato baixo, como doadores eletrónicos, e fulerenos como aceitadores eletrónicos. O exemplo mais comum combina o poli (3-hexiltiofeno), P3HT, e o derivado solúvel do fulereno C_{60}, PCBM.

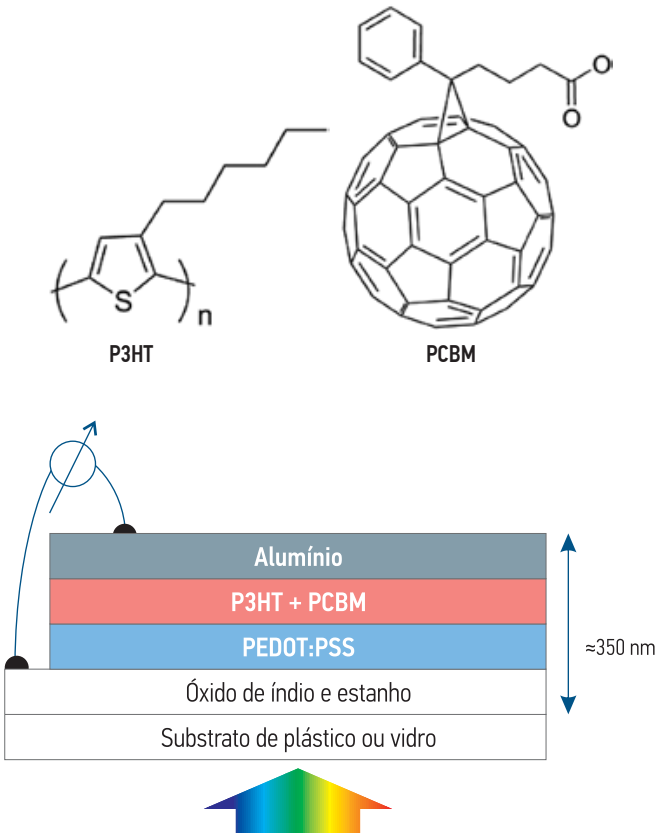


Figura 1 – **Estruturas moleculares do P3HT e do PCBM e estrutura de uma célula solar orgânica. PEDOT:PSS é uma mistura de polímeros, sendo um deles conjugado e condutor**

A eficiência energética das células solares depende não só da quantidade de carga gerada mas também da sua energia. Na prática, corrente de curto-circuito e tensão de circuito aberto.

Os químicos têm estado particularmente ativos no desenvolvimento de materiais (moléculas de baixa massa molecular e polímeros) com o objetivo de maximizar a eficiência e o tempo de vida das células solares orgânicas. O design de novos materiais é balizado pela redução do hiato, de forma a maximizar a absorção de fotões solares, aumentar a estabilidade e a mobilidade de cargas, mantendo a solubilidade em solventes adequados. A Figura 2 ilustra o papel importante do hiato do polímero semicondutor (componente que nas células orgânicas assegura a quase totalidade da absorção de fotões). A redução do hiato traduz-se num desvio para a direita (maiores comprimentos de onda) do espetro de absorção permitindo uma melhor sobreposição com o espetro solar (Figura 3). Fotões com energia inferior ao hiato (para a direita do espetro de absorção) não são absorvidos, correspondendo a perdas de energia.

Existe um número elevado de polímeros sintetizados para aplicações em células solares, havendo já vários que permitem obter células com eficiências da ordem de 10% [3], um valor considerado mínimo para tornar a tecnologia comercialmente viável. Os valores das eficiências para módulos de células fotovoltaicas orgânicas são da ordem de 5%. Apesar de este valor estar ainda aquém do dos painéis de silício, prevendo-se aliás que não seja possível atingir valores equivalentes, a possibilidade de obter sistemas flexíveis e conformáveis com várias superfícies e ainda semitransparentes e de cores variadas torna-os arquitetonicamente atrativos. Os custos de produção mais baixos, por usarem tecnologias de impressão ou de deposição a partir de soluções ("tintas"), sendo a versão mais simples a impressão rolo-a-rolo (*roll-to-roll*), assemelhando-se à impressão de jornais, é outra vantagem face aos inorgânicos, permitindo também uma velocidade de produção mais elevada. O tempo de vida é ainda relativamente curto. Os polímeros conjugados são intrinsecamente instáveis quando expostos a radiação ultravioleta e oxigénio, pelo que os painéis carecem de um encapsulamento eficaz, sendo esta uma área crítica para a viabilização da tecnologia.

Figura 2 – **Célula orgânica flexível**

Acresce que a existência de vários polímeros conjugados pode tornar-se um obstáculo ao desenvolvimento da tecnologia. Cada polímero tem características de solubilidade e propriedades diferentes, em particular térmicas e reológicas, que condicionam o seu processamento e, por isso, requerem alguma especificidade na otimização das células em que são incorporados.

Tem havido um grande esforço para procurar substitutos para os fulerenos, motivado pelo custo e preocupações quanto a possíveis efeitos adversos na saúde, mas os materiais até agora reportados conduzem a células de menor eficiência.

Um outro material que tem surgido como candidato neste tipo de células são os nanotubos de carbono (Figura 4). Estes nanomateriais podem considerar-se como resultando do enrolamento de →

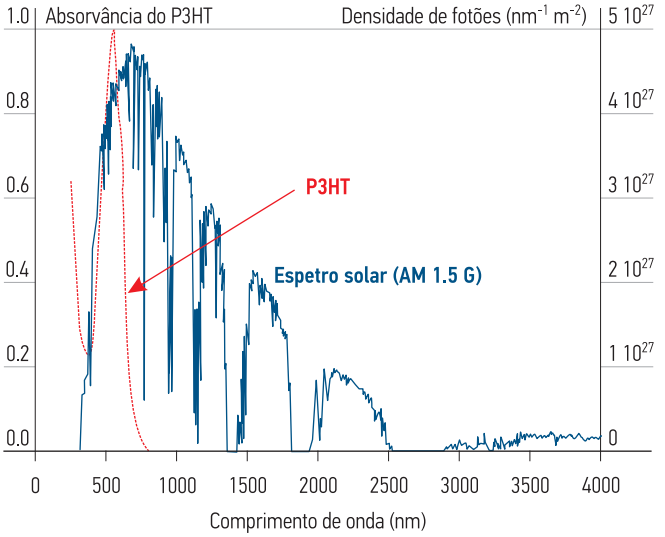


Figura 3 – **Espetro solar e absorção do P3HT (tracejado) que, nas misturas P3HT+PCBM, é o componente que absorve essencialmente os fotões. Fotões emitidos pelo sol com maiores comprimentos de onda cerca de 700 nm não são absorvidos pelo P3HT e não podem, por isso, gerar carga elétrica**

grafeno (monofolha de grafite). A forma como se enrola essa monofolha conduz a nanotubos com diferentes estruturas, sendo que algumas têm o comportamento de um metal e outras de um semicondutor. Para aplicação na camada ativa de células solares orgânicas somente os semicondutores devem ser usados. Tecnologicamente, a dificuldade reside na purificação e "solubilização" dos nanotubos semicondutores, estando nós a explorar, no contexto da rede europeia POCAONTAS, a utilização de polímeros conjugados que interagem seletivamente com os semicondutores, permitindo a sua purificação. Estes nanotubos serão depois combinados com polímeros conjugados para fabricar células solares idênticas à ilustrada na Figura 1.

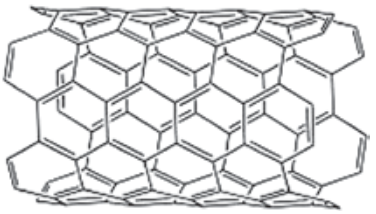


Figura 4 – **Nanotubo de carbono com a estrutura em "braço de cadeira". As propriedades dependem da estrutura**

Finalmente, polímeros conjugados estão também a ser estudados em estruturas semelhantes às células solares para a produção de hidrogénio (projeto PHOCS). Neste caso pretende-se usar as cargas geradas por efeito fotovoltaico para promover reações eletroquímicas. O eletrão fotogerado pode ser usado para reduzir os hidrogeniões (H^+) a hidrogénio molecular (H_2), sendo o buraco usado para oxidar ou o anião hidróxido a oxigénio molecular ou outra espécie em solução (Figura 5). A ocorrência destes processos está dependente da energia das cargas geradas. Por exemplo, o sistema P3HT:PCBM pode ser usado para gerar hidrogénio molecular embora não se consiga produzir oxigénio molecular (não podendo neste caso promover-se a eletrólise da água). A eficiência até agora obtida por aplicação destes sistemas orgânicos é ainda muito baixa. Por último, refira-se que outras tecnologias fotovoltaicas como as células de corante (também conhecidas como células de Grätzel [4]) e, mais recentemente, células baseadas em perovesquites híbridas [5], estão também a ser objeto de desenvolvimento.

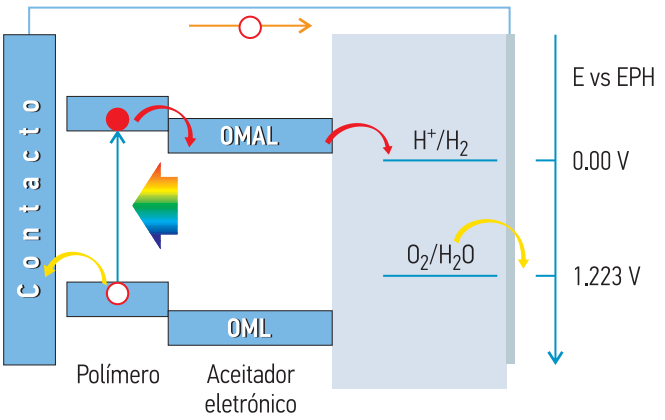


Figura 5
Esquema simplificado de uma célula fotoeletroquímica para produzir hidrogénio com base em polímeros conjugados. O eletrão do polímero excitado ocupa as orbitais moleculares antiligantes (OMAL) do polímero conjugado (equivalente à banda de condução dos semicondutores inorgânicos), sendo transferido para os níveis equivalentes do aceitador eletrónico e deste para a água onde promove a redução dos hidrogeniões a hidrogénio molecular. O buraco criado nas orbitais moleculares ligantes (OML) do polímero (equivalente à banda de valência dos semicondutores inorgânicos) é transferido através do circuito externo para o contra-elétrodo à direita onde provoca a oxidação da água a oxigénio molecular. A energia necessária para a eletrólise da água é assim fornecida pela luz solar

Agradecimentos

O trabalho sobre células solares orgânicas tem sido conduzido no Grupo de Eletrónica Orgânica no Instituto de Telecomunicações em Lisboa. O financiamento tem sido fornecido pela FCT ao abrigo de vários projetos incluindo UID/EEA/50008/2013 e da UE (projeto PHOCS – contrato 309223 e rede ITN Marie Curie POCAONTAS – contrato 309223). ING

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] W. Shockley e H. J. Queisser, Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells, *Journal of Applied Physics* 32, 510 (1961).

[2] www.nrel.gov/ncpv, acedido em 22 de Junho de 2015

[3] Y. Liu, J. Zhao, Z. Li, C. Mu, W. Ma, H. Hu, K. Jiang, H. Lin, H. Ade e H. Yan, Aggregation and morphology control enables multiple cases of high-efficiency polymer solar cells, *Nature Communications* 5, artigo 5293 (2014).

[4] M. Grätzel, Photoelectrochemical cells, *Nature* 414, 338 (2001).

[5] P. P. Boix, K. Nonomura, N. Mathews e S. G. Mhaisalkar, Current progress and future perspectives for organic/inorganic perovskite solar cells, *Materials Today* 17, 16 (2014).

LPM :

comunicação

25 ANOS DE INFLUÊNCIA

UMA VISÃO PORTUGUESA DO MUNDO GLOBAL

Somos uma Consultora de Comunicação exclusivamente portuguesa e independente. Percebemos Portugal e os portugueses, as companhias e instituições, como ninguém. É exatamente por isso que os nossos Clientes contam connosco para se afirmarem internacionalmente.
Gerimos diariamente programas de Comunicação em 13 outros países.

LPM : consultoria de comunicação

: MEDIÁTICA estratégias de mediatização

: INFORFI agência de comunicação

: SKILL programas de relações públicas

LPM Comunicação SA

Edifício Lisboa Oriente - Av. Infante D. Henrique, n.º 333 H, Esc. 49 | 1800-282 Lisboa
T. +351 218 508 110 | F. +351 218 530 426 | lpmcom@lpmcom.pt | www.lpmcom.pt

PME excelência'10

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

Engenharia CIVIL 66
Engenharia MECÂNICA 68
Engenharia GEOLÓGICA E DE MINAS 69
Engenharia QUÍMICA E BIOLÓGICA 73
Engenharia NAVAL 74
Engenharia GEOGRÁFICA 76
Engenharia AGRONÓMICA 80
Engenharia de MATERIAIS 80
Engenharia INFORMÁTICA 82
Engenharia do AMBIENTE 82

ESPECIALIZAÇÕES HORIZONTAIS

Especialização em
TRANSPORTES E VIAS DE COMUNICAÇÃO 85
ENGENHARIA DE SEGURANÇA 85
ENGENHARIA DE CLIMATIZAÇÃO 87

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

CIVIL

JOÃO MANUEL CATARINO DOS SANTOS > JC@CentralProjectos.pt

PRÉMIO SECIL ENGENHARIA CIVIL 2014

Decorreu até 30 de abril o período de candidaturas ao Prémio Secil Engenharia Civil 2014, desenvolvido em parceria com a Ordem dos Engenheiros. O Prémio tem como objetivo a promoção do reconhecimento público de autores de soluções que tenham sido aplicadas em obra, que constituam contribuições significativas para o enriquecimento da Engenharia Civil portuguesa e em que se reconheça ser manifestamente adequado o recurso à incorporação do cimento. O último Prémio Secil Engenharia Civil foi atribuído à Ponte 4 de Abril na Catumbela, em Angola, com projeto da autoria dos Engenheiros Armando Rito e Pedro Cabral. ING

Fonte: Secil

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **CIVIL**

JORNADAS ATIC

GONÇALO SALAZAR LEITE
Presidente do Conselho Executivo da ATIC

A ATIC – Associação Técnica da Indústria de Cimento realizou a edição de 2015 das suas Jornadas nos dias 13 e 14 de abril, integradas este ano na Semana da Reabilitação Urbana de Lisboa.

A primeira parte do evento, subordinada ao tema "Indústria Cimenteira no âmbito da Reabilitação e da Construção Sustentável", teve como objetivo apresentar as iniciativas e o contributo da indústria cimenteira nestas matérias, bem como promover a reflexão conjunta e o debate sobre o muito que ainda há a fazer na área da Reabilitação Urbana em Portugal, contando com os contributos do Arq. João Pedro Falcão de Campos, do Dr. António Alvarenga, do Dr. José Eduardo Martins e do Dr. Carlos Carreiras. Graças a estes oradores, foi rico e interessantíssimo o debate. O momento atual da Reabilitação abre inúmeras questões para a Engenharia nacional. Destas, salientamos

três temas que condicionam o trabalho dos engenheiros na Reabilitação em Portugal, e que aqui ficam como bases para a progressiva construção de respostas: como conciliar a enorme evolução apresentada pelos materiais de construção, que têm vindo a evoluir para responder aos desafios colocados pela Reabilitação, com a regulamentação prescritiva feita para a obra nova? Como conciliar a liberdade de projeto necessária para a Reabilitação com a necessidade desta atividade não se limitar à componente estética dos edifícios e ser aproveitada como oportunidade para melhorar o desempenho dos mesmos – estabilidade das estruturas, resistência ao fogo, eficiência energética? Como ultrapassar a diversidade de regulamentos e decisões administrativas coexistentes e por vezes sem critério aparente, que frequentemente vão muito para além do respeito pela história do edificado e das necessidades do utilizador?

A segunda parte teve como mote os "Contextos da Reabilitação Urbana" e promoveu, através da apresentação de casos práticos e sobre a coordenação do curador Eng. Fernando Santo, a reflexão conjunta de promotores públicos e privados – Eng. Joaquim Cardoso e Eng. João Moura Santos, arquitetos – Arq.ª Teresa Nunes da Ponte, projetistas e empreiteiros – Prof. João Appleton e Eng. Rui Furtado Marques, entre outros intervenientes no processo de Reabilitação. Foi unânime a importância do trabalho conjunto para o sucesso de um projeto de Reabilitação. Os inúmeros imprevistos em obra e os momentos de redesenho e reavaliação da melhor solução para o projeto, foram ilustrados pelos intervenientes de forma brilhante. Também aqui, ficaram três tópicos para reflexão sobre o futuro da Engenharia: como integrar a prática de Engenharia da obra com as disciplinas de projeto face às constantes revisões aos projetos? Como tratar as autorizações administrativas, dada a ausência de melhores práticas universais e estabelecidas? Como ensinar, nas nossas faculdades, a obra e as soluções de Reabilitação?

São muitos os desafios na Reabilitação Urbana em Portugal, mas nestas Jornadas ficou uma vez mais a confirmação de que dispomos no nosso País de uma indústria séria e empenhada na sustentabilidade da construção e de profissionais na área da Reabilitação capazes de atuação ao nível do que de melhor se faz no Mundo. ING

4 de maio de 2015

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **CIVIL**

ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

Decorreu entre os dias 27 e 30 de março o XI Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Civil (ENEEC 2015). O evento, que teve lugar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, contou com cerca de cem participantes oriundos de diversos pontos do País. Foram promovidas, durante o ENEEC 2015, diversas palestras que abrangeram diferentes áreas da Engenharia Civil, tendo como oradores convidados engenheiros ligados a grandes obras nacionais e representantes de algumas das principais entidades ou organismos nacionais.

O programa do evento contemplou ainda algumas visitas técnicas, nomeadamente, à obra de reabilitação do Colégio da Trindade e à CIMPOR. ING

Fonte: DEC – UC

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **CIVIL**

FCT/UNL DISTINGUE MELHOR DISSERTAÇÃO EM ESTRUTURAS

O Prémio para a Melhor Dissertação em Estruturas, atribuído pela Secção de Estruturas do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), tem como objetivo incentivar a qualidade das dissertações de Mestrado em Estruturas apresentadas no Departamento de Engenharia Civil e promover o seu reconhecimento público. A cerimónia de atribuição do Prémio teve lugar no passado dia 11 de março na FCT/UNL. Nesta edição, foi distinguido o Mestre Vasco Miguel Serrano Bernardo com a tese "Análise não linear do comportamento dinâmico de passadiços pedonais pré-fabricados". ING

Fonte: DEC – FCT/UNL

INICIATIVAS REGIONAIS

- Região Norte debate "Território e Urbanismo" ▸ ver secção Regiões ▸ NORTE
- LNEC recebe engenheiros ▸ ver secção Regiões ▸ SUL

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

MECÂNICA

GONÇALO PERESTRELO > gfperestrelo@gmail.com

SEMINÁRIO "A ENGENHARIA MECÂNICA E OS DESAFIOS DA MEDIÇÃO"

Foi com sucesso que, a 3 de junho, decorreu no auditório da sede da Ordem dos Engenheiros (OE), em Lisboa, um Seminário subordinado ao tema "A Engenharia Mecânica e os Desafios da Medição", nas perspetivas da entidade reguladora nacional, de organizações de acreditação/inspeção, assim como de fornecedores de equipamento e de instituições de ensino superior de Engenharia.

De referir que este Seminário, sobre metrologia, surge na sequência de anteriores iniciativas relacionadas com temáticas da Engenharia Mecânica e habitualmente não tratadas neste contexto. A atualidade e relevância deste tema estão relacionadas com a difusão dos sistemas de garantia, ou de controlo, de qualidade e a maior competitividade dos mercados, nomeadamente os industriais, exigindo a definição e a manutenção de elevados padrões de qualidade, sendo que se não se puder medir, não se pode gerir.

A sessão de abertura do Seminário foi presidida pelo Eng. Carlos Matias Ramos, Bastonário da OE, e pelo Eng. Rui de Brito, Presidente do Colégio Nacional de Engenharia Mecânica da OE, que deram as boas-vindas aos participantes.

No primeiro painel do Seminário, moderado pelo Eng. Rui de Brito, intervieram o IPQ, o Eng. Carlos Sousa, em representação da Especialização Horizontal em Metrologia da OE, o CATIM e o ISQ, que fez uma demonstração prática de equipamento. O segundo painel, moderado pelo Prof. João Calado, do ISEL/IPL, contou com as intervenções da SARIKI, Emílio de Azevedo Campos, FCT/UNL e ISEL/IPL.

A sessão de encerramento foi presidida pelo Eng. Carlos Loureiro, Vice-presidente Nacional da OE, e pelo Eng. Rui de Brito. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **MECÂNICA**

13.º CONGRESSO NACIONAL DE MANUTENÇÃO

O 13.º Congresso Nacional de Manutenção realizar-se-á nos dias 19 e 20 de novembro de 2015, no Centro de Congressos de Aveiro. O Congresso, promovido pela Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, decorrerá em simultâneo com o 3.º Encontro de Manutenção dos Países de Língua Oficial Portuguesa, sendo este último evento organizado em colaboração com a Associação Angolana de Manutenção e Gestão de Ativos.

Os temas abordados nesta edição são: Gestão e organização da manutenção; Tecnologias aplicadas à manutenção; Formação em manutenção; Normalização e certificação; Segurança na manutenção; Manutenção de equipamentos para as indústrias agrícola e extrativa; A internacionalização da manutenção; A manutenção inserida numa política de gestão de ativos.

> **Mais informações disponíveis em www.apmi.pt**

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **MECÂNICA**

IV CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE DESIGN, ENGENHARIA E GESTÃO PARA A INOVAÇÃO

IDEMi 2015

O IDEMi é um fórum científico organizado entre a Universidade do Porto, a Universidade Estadual de Santa Catarina e a Universidade Federal do Santa Catarina, envolvendo programas de pós-graduação em Design, Engenharia de Produção e Engenharia Industrial e Gestão. Desde a sua primeira edição, em 2009, o evento tem vindo a consolidar-se como um espaço para o debate dos avanços nas investigações em Design, Engenharia e Gestão – e áreas correlacionadas, tais como Ergonomia, Moda e Arquitetura – e da contribuição destas investigações para a inovação.

O IDEMi é realizado alternadamente entre Portugal e o Brasil. Em 2015 decorrerá em Florianópolis entre os dias 7 e 10 de outubro.

> **Mais informações disponíveis em www.idemi2015.udesc.br**

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **MECÂNICA**

VIII CONGRESSO IBÉRICO E VI CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE CIÊNCIAS E TÉCNICAS DO FRIO

CYTEF 2016
VIII Congresso Ibérico | VI Congresso Ibero-Americano
CIÊNCIAS E TÉCNICAS DO FRIO
3 a 6 de maio de 2016, Coimbra, Portugal

Coimbra recebe de 3 a 6 de maio de 2016 o VIII Congresso Ibérico e o VI Congresso Ibero-Americano de Ciências e Técnicas do Frio. A iniciativa é organizada pela Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, da Universidade de Coimbra, e pela Sociedad Española de Ciencias y Técnicas del Frío (SECYTEF).

Desde a primeira edição do CYTEF em Cartagena (2002), realizaram-se as edições de Vigo (2003), Barcelona (2005), Porto (2007), Castellón (2009), Madrid (2012) e Tarragona (2014). Neste período, o CYTEF tornou-se num fórum de referência para os investigadores e profissionais, particularmente das áreas das ciências e técnicas do frio, processamento e conservação de alimentos e climatização.

Neste fórum pretende-se divulgar o estado da arte e promover a interdisciplinaridade relacionada com o desenvolvimento do conhecimento e a prática profissional, bem como o encontro entre os diversos grupos de investigação para o intercâmbio de experiências e discussão dos resultados obtidos. Pretende-se igualmente promover a incorporação e participação de empresas nas atividades de investigação e desenvolvimento e as sinergias entre grupos de investigação e empresas para fomentar o desenvolvimento de projetos conjuntos, internacionais e multidisciplinares.

> **Submissão de artigos até 30 de novembro de 2015. Mais informações disponíveis em www.adai.pt/cytef2016**

INICIATIVAS REGIONAIS

• Visita Técnica à Fucoli-Somepal ▸ ver secção Regiões ▸ CENTRO

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

GEOLÓGICA E DE MINAS

TERESA BURGUETE › teresa.burguete@gmail.com

METALLIC MINING HALL 2015

O Colégio de Engenharia Geológica e de Minas da Ordem dos Engenheiros (OE) foi convidado a participar na dinamização de um evento dedicado à indústria mineira de minerais metálicos, com enfoque na Faixa Piritosa Ibérica. Este evento terá lugar entre 3 e 5 de novembro deste ano, no FIBES – Centro de Conferências e Exposições de Sevilha, Espanha, sob a designação internacional First International Metallic Mining Trade Show.

Neste âmbito, realizaram-se já duas reuniões preparatórias, a 11 e 12 de maio, em Sevilha, com a presença de uma delegação da OE. Nessa reunião decidiu-se que embora o enfoque seja nos minerais metálicos, haverá lugar para todas as atividades relacionadas com a indústria extrativa. Foi também decidido que as novas

edições do evento se realizam, alternadamente, em Portugal e Espanha.

O Colégio contactou já diversas entidades e empresas relacionadas com o setor tendo já sido reservados alguns espaços na exposição. Vamos estar presentes num espaço na zona institucional, na cúpula da entrada. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **GEOLÓGICA E DE MINAS**

SEMINÁRIO "O LEGADO MINEIRO SUSTENTÁVEL"

No dia 29 de maio, o auditório da Ordem dos Engenheiros (OE) acolheu um Seminário subordinado ao tema do "Legado Mineiro", promovido em conjunto pelos Colégios Nacionais de Engenharia Geológica e de Minas e de Engenharia do Ambiente. A iniciativa visou promover uma reflexão sobre que tipo de legado sustentável pode ser gerado pela indústria extrativa, durante e após a fase de exploração.

O Bastonário da OE, Carlos Matias Ramos, presidiu à sessão de abertura e referiu a importância do setor mineiro na economia e a relevância de se demonstrar as boas práticas da Engenharia e a criação de valor. Luís Marinheiro, Presidente do Colégio de Engenharia do Ambiente, agradeceu a presença de →

todos os participantes, o interesse e confiança do Bastonário da OE nesta iniciativa e noutras promovidas por ambos os Colégios e ainda o convite que lhe foi dirigido pelo Colégio de Engenharia Geológica e de Minas para participar na organização do Seminário.
Carlos Caxaria, Presidente do Colégio de Engenharia Geológica e de Minas, recordou que o setor mineiro é tão antigo quanto a Humanidade, somente as regras vão evoluindo. Rejeitar explorações mineiras em países da União Europeia e noutros países desenvolvidos é transferir o problema para regiões menos responsáveis que não respeitam direitos humanos nem regras ambientais.
As comunicações apresentadas procuraram refletir o que é entendido como pertinente para um legado mineiro sustentável, com reflexões da Direção-geral de Energia e Geologia (DGEG), enquanto entidade que regula esta atividade económica, do Colégio de Engenharia do Ambiente, sobre as preocupações, do ponto de vista ambiental, da indústria extrativa, da EDM – Empresa de Desenvolvimento Mineiro, enquanto responsável pela reabilitação de minas abandonadas com projetos já concluídos e outros em curso, da academia, que investiga as questões de sustentabilidade relacionadas com o fecho de minas, e ainda da ANIET – Associação Nacional da Indústria Extrativa e Transformadora, sobre um projeto inovador que promove parcerias numa plataforma eletrónica, no sentido de contribuir para uma comunidade mineira coesa e mais responsável.
Luís Marinheiro falou sobre o "Encerramento e pós-encerramento de uma mina – Preocupações ambientais". Referiu as fases de uma exploração mineira, desde a prospeção e pesquisa até ao encerramento, com identificação dos principais focos de impacte ambiental em cada fase e apontou boas práticas ambientais. Salientou que se a etapa de encerramento for integrada desde o início no processo de planeamento global da área mineira haverá uma maior oportunidade para a fixação de objetivos tendentes à minimização do impacte ambiental global da atividade. Foram apresentados exemplos positivos de reconversão de áreas mineiras que criaram valor económico, ambiental e social, como o Estádio de Braga, a Ópera de Dalhalla e o Projeto Eden.
Silva Pereira, em representação da DGEG, apresentou a comunicação "Legislação e

preocupações da Administração Pública". Esta apresentação faz uma análise da evolução da indústria mineira em Portugal e o seu impacto no desenvolvimento do País. Naturalmente teve impactes ambientais negativos, não devemos negá-lo nem sentir vergonha. Apenas temos que os tratar e prevenir futuramente, como já é feito desde há muito e assim que a entrada na União Europeia trouxe preocupações ambientais para o setor. A DGEG tem vindo a solicitar a atualização do Plano de Fecho, cada cinco anos, para as minas atualmente ativas em Portugal – Panasqueira, Aljustrel e Neves Corvo. De salientar que não se conhece outra indústria cujos requisitos legais sejam tão exigentes quanto os que são aplicados na indústria mineira. Este é um setor que evoluiu no sentido de se tornar das atividades económicas mais responsáveis, integrando no pacote da sustentabilidade, não só o ambiente e a parte social, como também o aspeto cultural, abraçando o conceito de Património Geológico.
Henrique Gama, da Somincor, trouxe o exemplo das boas práticas ambientais numa mina em fase de exploração, com a apresentação "Sustentabilidade na fase de exploração – Mina de Neves Corvo". A conduta responsável é hoje patente desde o primeiro passo para a exploração mineira – a prospeção, sendo esta acompanhada por biólogos e realizada sob determinadas condições, até ao embarque do concentrado, com proteção do tapete de carregamento de navio. Foi ainda referida a preservação do património arqueológico e a criação de um observatório de aves para visitantes.
Alfredo Franco, CEO das Minas da Panasqueira, explicou que por razões éticas não poderia falar das Minas da Panasqueira, em virtude de a empresa que as detém, Sojitz-BTWP, ter intenção de venda próxima. A sua comunicação focou-se na questão crucial, mas ainda incipiente, da "Responsabilidade social das empresas mineiras". Para Alfredo Franco, este é um "aspeto primordial do desenvolvimento sustentável, o principal desafio atual da indústria extrativa". Em conclusão, "é necessário e premente que os Governos reconheçam que têm uma responsabilidade crucial na regulamentação da Responsabilidade Social das Empresas da Indústria Extrativa e que essa responsabilidade só pode ser assumida e exercida através de intervenções legislativas e da criação de normas e regulamentos relativos a este tópico de grande atualidade para essa Indústria. É necessário, para todos os *stakeholders*, não ignorarem essa tendência e prepararem-se para a mesma".
Idalina Dias Sardinha, geóloga e investigadora do SOCIUS – Centro de Investigação em Sociologia Económica e das Organizações (ISEG), trouxe a apresentação de um projeto de investigação, realizado entre 2010 e 2013 – "REHMINE – Desenvolvimento sustentável da Mina de São Domingos". Este estudo surgiu no âmbito de um trabalho desenvolvido para a EDM relativo a sustentabilidade. No âmbito dos três pilares da sustentabilidade, o objetivo foi perceber o valor ambiental, o valor económico e o valor social antes e após a recuperação da área mineira. Para o efeito foram realizadas entrevistas individuais e em grupo, analisadas as mesmas e retiradas as seguintes conclusões: na Mina de São Domingos, apesar dos antagonismos, há

harmonia nas multi-perspetivas levando à disponibilidade de uma abordagem colaborativa num projeto de (re)desenvolvimento integrado e sustentável; Prefere-se uma participação centrada na melhoria das condições de vida e valorização turística já iniciada; No quadro de Desenvolvimento Sustentável local a revitalização de uma área industrial contaminada deve atingir objetivos ambientais mas responder também a objetivos para ocupação futura, em conformidade com os vários interesses, em particular, em áreas com baixa atratividade no mercado.

Rui Pinto, pela EDM, apresentou uma comunicação sobre a reabilitação de minas abandonadas com enfoque na "Recuperação ambiental de áreas mineiras dos radioativos". Esta apresentação centrou-se, sobretudo, na recuperação ambiental das Minas da Urgeiriça, nos trabalhos já efetuados e como resultaram em melhoria das condições ambientais de contaminação e nos projetos de trabalhos futuros de reabilitação.

Carlos Caxaria, em representação da EDM, fez uma intervenção em que salientou a ação da EDM desde 2001 e a forma como tem procurado realizar os projetos de recuperação da melhor maneira possível. Não há recursos financeiros suficientes para abordar todas as situações da forma como foi abordado o caso da Mina de São Domingos, embora a atual administração entenda que se devem dar passos no sentido de fazer essa consulta à população e entidades envolvidas, até porque há que fazer a entrega da custódia do local reabilitado. No caso concreto das Minas da Urgeiriça teria sido complicado consultar todos os *stakeholders*, pois o conflito de interesses encravaria o desenvolvimento do projeto de reabilitação e a EDM não durará sempre. A EDM entende que parte da contribuição (*royalties*) do setor mineiro deveria reverter para a EDM recuperar passivos mineiros em vez de aguardar por financiamento de fundos europeus que tardam em chegar. Concretamente, 50% das *royalties* da Somincor destinaram-se a projetos de remediação. Importa salientar que este não é dinheiro de impostos porque *royalties* não são impostos mas sim contribuições extraordinárias como compensação pela extração de recursos naturais públicos.

Foram mencionados projetos em curso no sentido de serem assinados protocolos de entrega de zonas reabilitadas à Sociedade Civil, como exemplo o caso de Argozelo em que a zona da escombreira será um espaço de lazer para a população e onde foi construído um muro de suporte de forma a suportar uma bancada do estádio de futebol, o caso das minas do Lousal com a Fundação Frédéric Velge e o Centro de Ciência Viva e a situação das Minas de São Domingos ainda em discussão mas, após a consulta, já com alterações no projeto inicial. Foi dada relevância ao projeto de reabilitação da Urgeiriça tendo sido lançado o desafio aos interessados em participar num projeto que procura criar um polo académico em torno da ideia de um centro de radio-natura. Nesse âmbito já se reuniram várias entidades, autárquica e académicas, que eventualmente estarão neste processo em parceria. As autarquias obviamente no seu papel de gestão operacional do local e não académica. A EDM continua a ser responsável mas pode eventualmente surgir a situação em que deixe de poder assumir tal responsabilidade. Logo, há que desde já arranjar uma solução para criar uma entidade que passe a gerir aquele "condomínio académico". Essa gestão teria como função garantir a independência económica do polo académico quando a EDM já não pudesse fazê-lo. A participação neste projeto é aberta, o desafio está lançado mas requer o espírito de servir, de "carolice" e não o objetivo de proveito próprio.

Francelina Pinto, em representação da ANIET, fez a apresentação do "Projeto Kandandu – Plataforma de recursos minerais – UE, África e América Latina". Este projeto inovador dispõe da ferramenta certa para a rede de conhecimento do setor poder alavancar e melhorar as boas práticas da sustentabilidade na indústria extrativa, acompanhando a evolução das regras que regem o setor. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **GEOLÓGICA E DE MINAS**

JORNADA SOBRE A SEGURANÇA NA PIROTECNIA

Com as recentes publicações das diretivas relativas à colocação no mercado de artigos de pirotecnia, e criação de um sistema de rastreabilidade de artigos pirotécnicos, prosseguem os esforços na prevenção de acidentes, com a fixação de requisitos essenciais de segurança que garantam a proteção da saúde humana e do ambiente.

Esta Jornada, organizada pelas associações do setor – AP3E, APIPE e ANEPE –, teve por objetivo debater a segurança no setor e analisar as propostas e perspetivas das autoridades, dos industriais e dos parceiros, nomeadamente das associações e das instituições de ensino e formação.

O evento, decorrido a 20 de maio, teve o acolhimento da Câmara Municipal de Felgueiras e juntou cerca de 60 participantes ligados às empresas do setor ou às diferentes autoridades envolvidas no licenciamento, fiscalização e socorro em casos de acidente.

O Dr. António Neves Ferreira, da Autoridade para as Condições do Trabalho, aludiu para a importância da identificação e quantificação dos riscos e para a responsabilidade dos diferentes intervenientes na prevenção e gestão de riscos.

O Prof. José Carlos Góis, do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra e Presidente da Associação Portuguesa de Estudos e Engenharia de Explosivos, fez duas intervenções. A primeira para apresentar e debater os resultados da sinistralidade no setor num período de dez anos, compreendidos entre 2000 e 2010, sendo de destacar uma diminuição no número de acidentes a partir de 2003, muito por força da diminuição do número de empresas em →

consequência da legislação. De referir ainda o facto de o número de mortos do acumulado de dez anos ser superior tanto ao número de feridos graves, como ligeiros. Na segunda intervenção deu a conhecer as políticas do Parlamento Europeu para a padronização dos níveis de formação e apresentou alguns projetos europeus já concluídos e outro em curso, no qual têm estado envolvidas instituições portuguesas, e que visa a implementação de normas para a certificação de competências no setor dos explosivos e artigos pirotécnicos.

O Sargento-ajudante Hugo Carvalho, do Centro de Inativação de Explosivos e Segurança em Subsolo da GNR, descreveu o processo evolutivo da formação da GNR para responder às solicitações do setor em matéria de eliminação de engenhos explosivos e referiu alguns dos equipamentos de proteção usados nessas missões.

O Eng. António Ribeiro, Comandante Operacional do Agrupamento Distrital Centro/Norte da ANPC, descreveu as bases dos sistemas de proteção civil, tendo passado em revista os vários agentes de proteção civil e os mecanismos de gestão e coordenação quando existem intervenções simultâneas dos diferentes agentes. Fez ainda uma explicação da estrutura organizacional, desde a coordenação nacional à coordenação municipal.

A Eng.ª Ana Fernandes, da APIPE, alertou para alguns aspetos relevantes da legislação do setor e da lei geral em matéria de segurança e referiu alguns constrangimentos da legislação laboral para o cumprimento de requisitos em termos de formação certificada e para o cumprimento do horário laboral no caso da montagem de espetáculos.

A Eng.ª Rute Antunes, da Pirotecnia Oleirense, referiu-se aos requisitos de segurança necessários nas diferentes unidades de uma oficina de pirotecnia e nas diferentes fases do processo produtivo, mostrando vários exemplos práticos, e concluiu com a explicação do plano de segurança e emergência e os meios necessários para o efeito.

O Subcomissário Paulo Salgueiro, do Departamento de Armas e Explosivos da PSP, referiu as competências da PSP em termos de licenciamento, armazenamento, comércio e emprego, bem como de averiguação das causas e consequências dos acidentes, tendo mostrado alguns resultados dos registos de acidentes entre 2009 e 2014 para o conjunto das atividades no setor da pirotecnia, revelando o conjunto ser mais positivo do que a análise apenas aos acidentes nos locais de armazenagem e fabrico, apresentados pelo Prof. José Carlos Góis, para o período de 2000 a 2010. Terminou a intervenção com o apelo à adoção de boas práticas.

A Jornada encerrou com um debate que incidiu sobre questões de licenciamento de espetáculos de pirotecnia e de condução das operações de socorro e combate de incêndios em casos de acidente. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **GEOLÓGICA E DE MINAS**

DEBATE "RASTREABILIDADE DE EXPLOSIVOS – PERÍODO DE TRANSIÇÃO"

O Colégio de Engenharia Geológica e de Minas promoveu, no dia 20 de maio, na sede da Região Centro da Ordem dos Engenheiros (OE), um Debate sobre a "Nova legislação referente a rastreabilidade de explosivos". A sessão de abertura foi conduzida pelo Eng. Octávio Alexandrino, Presidente da Região Centro e anfitrião do evento, pelo Eng. Álvaro Saraiva, Coordenador do Colégio Regional de Engenharia Geológica e de Minas, e pela Eng.ª Teresa Burguete, Vogal do Colégio Nacional. Estiveram presentes representantes da Direção-geral de Energia e Geologia (DGEG), da Associação Portuguesa de Estudos e Engenharia de Explosivos (AP3E), da Orica (fabricante de explosivos), da Tecnovia Açores, Sojitz BTWP e EPOS, como utilizadores de explosivos, e ainda do Centro de Treino em Explosivos e Contramedidas do Exército.

A Eng.ª Patrícia Falé, da DGEG, referiu que as minas estão já em fase adiantada de implementação do novo sistema de rastreabilidade e que no que respeita a pedreiras não houve solicitação de apoio à DGEG. A DGEG mantém certa preocupação relativamente

a empresas com paióis e materiais em *stock*, embora de alguma forma o controlo esteja a ser efetuado manualmente.

O Eng. Pedro Bernardo, em representação da AP3E, resumiu o que é pretendido na nova legislação relativamente à rastreabilidade plena, referiu a European Federation of Explosives Engineers que se tem debruçado sobre este tema, e da qual a AP3E é membro, e a Federation of European Explosives Manufacturers que propôs uma *guidance note* para qualificar substâncias explosivas. Apesar de todas as diligências em terem sido seguidas as recomendações deste documento, ainda hoje há problemas de rastreabilidade a nível europeu. De facto, a marcação pretendida é a de embalagens e não do explosivo propriamente dito. Se estas ficarem danificadas perde-se facilmente a identificação e, consequentemente, a rastreabilidade. Está a ser efetuado levantamento de problemas na aplicação da diretiva e logo que este esteja concluído a AP3E dará conhecimento do mesmo. Ao nível europeu, os países lidam de forma diferente com a aplicação da diretiva, em graus de exigência muito distintos, provocando desequilíbrios numa diretiva que se pretende generalizada.

Em representação da Orica esteve o Eng. Clemente Rubio, que começou por lembrar que na origem da diretiva estiveram os atentados de Espanha e Londres. Incluiu algumas críticas à nova legislação, nomeadamente o facto de os engenheiros não terem sido consultados. "Como engenheiros não podemos aceitar que a rastreabilidade, tal como está concebida, faz sentido. A forma – utilização e destruição – como os explosivos são tratados só deve ser da responsabilidade de engenheiros, tendo estes que comprovadamente ter competências para tal". Apontou o dedo aos fornecedores por estes não terem feito o seu "trabalho de casa", caso contrário não teriam sido legis-

ladas incongruências como a rastreabilidade de um saco de ANFO. Os fornecedores só testaram sistemas entre si em dezembro de 2014, tendo verificado que os sistemas de rastreabilidade só funcionam para fornecedor único. Concluiu, alertando para o facto de a queima de explosivos ser responsável por 80% das mortes no setor.

O Eng. Paulo Melo, da Tecnovia Açores, levantou a questão de ter em *stock* 16 mil detonadores. A questão da insularidade, demora em aprovações pelas entidades e problemas frequentes portuários, obrigam a ter elevado *stock* para fazer face a contingências. Por outro lado, a não concretização de obras previstas levou a uma acumulação de *stock* que agora não se afigura de bom senso simplesmente destruir, agravando riscos de segurança e ambiente.

O Eng. Fausto Frade, da Sojitz BTWP, Minas da Panasqueira, iniciou a implementação do sistema de rastreabilidade no início de março de 2015. Identificou alguns problemas iniciais com as identificações, que vão sendo resolvidos com a digitalização ("pistola") dos códigos. É um trabalho moroso e que acarreta aumento de custos com recursos humanos. Considera que estão em condições de terem o sistema de rastreabilidade validado.

Em representação da EPOS, o Eng. Eduardo Figueiredo apresentou como a empresa aplica a diretiva de explosivos, em particular na obra do Túnel do Marão. Antes de 5 de abril já existia um controlo manual. Após essa data o controlo é efetuado recorrendo a software desenvolvido para o efeito. Como não têm paiol em obra, diariamente o fornecedor faz entregas e recebe devoluções. Têm também a dificuldade de digitalização da identificação pelo que recorrem também à "pistola" (*scanner*) sendo que nem sempre esta alternativa resulta, tendo que, frequentemente, digitalizar os códigos manualmente. O novo sistema obrigou a investimento considerável em software, hardware e recursos humanos. No final da apresentação foi colocada a questão de como devolver parte de bobine de cordão detonante.

O Capitão José Basto, membro do Colégio de Engenharia Civil da OE, em representação do Exército, ilustrou as competências do Centro de Treino em Explosivos e Contramedidas. Um dos serviços que esta entidade presta é o apoio às operações de destruição completa, tendo sido referido o caso particular de material explosivo cujo prazo de validade já tinha expirado e portanto não era passível de ser aplicado. Esta entidade está disponível para ser contactada para trabalhos idênticos, sendo uma solução para prevenir situações com alto risco de segurança, como são as que envolvem a destruição de explosivos, quer seja pela via da detonação, quer pela via de queima.

No final das apresentações foram lidas algumas passagens da carta que a PSP remeteu em resposta à carta de 9 de abril, enviada pelo Colégio de Engenharia Geológica e de Minas, referindo a necessidade de um período de transição para resolver dificuldades de rastreabilidade plena das substâncias explosivas. A resposta é clara quando refere que não é possível aceitar nenhum período de transição mas, "*reiterando a permanente disponibilidade para a resolução de alguns problemas entretanto surgidos, a PSP vai autorizar durante um período previamente determinado, o comércio e emprego de alguns produtos fabricados/importados entre 2013 e 2015...*". Esta afirmação não deve, de forma alguma, ser considerada isoladamente do conteúdo integral da carta da PSP, encontrando-se esta disponível no Portal do Engenheiro, na secção reservada ao Colégio de Engenharia Geológica e de Minas.

O debate foi bastante entusiasmado, com intervenção marcante da maioria dos participantes. As apresentações encontram-se disponíveis no Portal da OE. ING

INICIATIVAS REGIONAIS • Conferência sobre a Extensão da Plataforma Continental ▸ ver secção Regiões ▸ CENTRO

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

QUÍMICA E BIOLÓGICA

JOÃO GOMES › jgomes@deq.isel.ipl.pt

COMISSÃO TÉCNICA DAS NANOTECNOLOGIAS

A Comissão Técnica de normalização sobre Nanotecnologias (CT 194) foi recentemente criada pelo Instituto Português da Qualidade, constituindo um "espelho" dos Comités CEN e ISO, que desenvolvem atividade normativa nesta área (CEN/TC 352 e ISO/TC 229). Esta Comissão Técnica é coordenada pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia, enquanto atual organismo de normalização setorial no âmbito das nanotecnologias, e tem como objetivo desenvolver normas nesta área relativas a terminologia e nomenclatura, metrologia e instrumentação, incluindo especificações para materiais de referência, metodologias de ensaio, modelação e simulação, bem como práticas ligadas à saúde, à segurança e ao ambiente, nomeadamente através do acompanhamento dos trabalhos dos Comités CEN e ISO já referidos.

Para melhor desenvolvimento dos trabalhos desta Comissão Técnica foram criadas as Subcomissões seguintes:

› SC1 – Terminologia e nomenclatura;
› SC2 – Medição, caracterização e avaliação do desempenho;
› SC3 – Aspetos comerciais e outros relativos aos interessados;
› SC4 – Saúde, segurança e ambiente.

A reunião formal de arranque dos trabalhos desta Comissão Técnica ocorreu a 19 de fevereiro, na sequência de algumas reuniões prévias preparatórias. Para melhor definição do plano de atividades da Comissão para 2015, as primeiras reuniões das Subcomissões 2, 3 e 4 ocorreram no passado dia 9 de abril. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **QUÍMICA E BIOLÓGICA**

ECHA PUBLICA LISTA DE PEDIDOS PENDENTES DE ACORDO COM O ARTIGO 95.º DO BPR

Com o objetivo de aumentar a transparência em relação ao cumprimento do artigo 95.º do BPR – Biocidal Products Regulation, a ECHA publicou uma lista de todos os pedidos pendentes. Esta lista contém os pedidos para os quais a ECHA ainda não tomou uma decisão e será atualizada regularmente e republicada de modo sincronizado com a lista de substâncias e fornecedores relevantes "Lista Artigo 95.º". ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **QUÍMICA E BIOLÓGICA**

LEGISLAÇÃO QUÍMICA – INFORMAÇÃO

O Japão está a trabalhar com a Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN) para desenvolver uma base de dados harmonizada de produtos químicos, que visa facilitar a partilha de informações.

Entretanto, a China procedeu à atualização do Catálogo de Produtos Químicos Perigosos (2015), lançado recentemente e que deverá ter um impacto significativo sobre as empresas que operam no país.

Na Europa, a Comissão está a preparar ações para simplificar os pedidos de autorização REACH para substâncias de baixa tonelagem. Também foi apresentada às autoridades competentes para o REACH e CLP (CARACAL) uma proposta de regulamento, para clarificar as boas práticas a serem tidas em conta na fase da partilha de custos. O objetivo é definir mais claramente o significado dos termos "justos, transparentes e não discriminatórios" no texto do Regulamento REACH. ING

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

NAVAL

TIAGO SANTOS > t.tiago.santos@gmail.com

EMISSÕES POLUENTES DOS NAVIOS MEDIDAS NO PORTO DE LISBOA

Em maio passado, duas organizações ecologistas, a alemã Nabus e a portuguesa Quercus, no âmbito do projeto europeu *Clean Air in Ports*, realizaram medições da qualidade do ar na zona ribeirinha de Lisboa, junto do terminal para navios de cruzeiros de Santa Apolónia e junto à gare fluvial do Cais do Sodré. Os resultados mostraram aparentemente elevadas concentrações de partículas em suspensão no ar, alegadamente devidas à poluição devida aos gases de escape dos navios acostados ou em trânsito. No caso dos navios de cruzeiros, os níveis registados são semelhantes aos registados noutros portos que também recebem numerosos navios de cruzeiros.

A indústria marítima possui atualmente um conjunto de soluções para estes problemas que inclui a interligação dos sistemas elétricos do navio à rede de energia de terra, e consequente paragem dos geradores de bordo (*cold-ironing*), e a conversão dos motores marítimos para operação com combustíveis menos poluentes, como o gás natural. Em certos portos a ligação à energia de terra é obrigatória, mas a utilização do gás natural permanece limitada. Ambas as medidas têm impacto significativo nos custos de capital, operacionais e de viagem dos navios.

Contudo, a indústria marítima no seu todo continua envolvida em intensas discussões sobre estas matérias, nomeadamente no âmbito do Comité de Prevenção da Poluição (MEPC) da Organização Marítima Internacional (IMO). Desde há muitos anos que a convenção MARPOL possui um anexo VI dedicado inteiramente à prevenção da po-

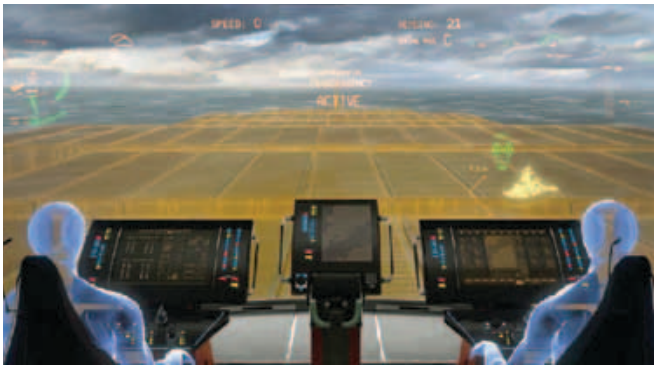
luição por gases de escape, sendo os motores marítimos obrigados a requisitos cada vez mais apertados em termos de emissões e possuindo eficiências cada vez maiores.
Por outro lado, a Comissão Europeia pretende forçar os navios que façam escala nos portos europeus a reportarem obrigatoriamente informação sobre os níveis de emissões de CO_2. As associações de armadores têm mostrado preocupação quanto ao nível de detalhe dos dados e quanto à sua divulgação pública, mas também pela possível futura imposição pela IMO de "medidas de mercado" (taxas) pela emissão de CO_2. Outra discussão em curso diz respeito à imposição de tetos máximos de emissão de CO_2.
Convém também recordar que a indústria possui desde há poucos anos, como ferramenta obrigatória de avaliação dos novos

projetos, o índice de desempenho energético de projeto (EEDI). Contudo, este foi construído por forma a incentivar melhorias de desempenho em relação aos valores calculados para uma amostra dos navios construídos entre 1999 e 2009, existindo alegações que esta amostra constitui um padrão de referência pouco exigente, pelo que os níveis de desempenho energético agora exigidos seriam na realidade relativamente baixos e fáceis de atingir, embora o grau de exigência vá aumentando com o decorrer do tempo.
O apertar da exigência, em particular no que se refere às emissões dos navios existentes, poderá forçar os armadores a venderem para a sucata os navios menos eficientes ou a realizar conversões de elevado custo, o que por outro lado constituiria um estímulo para a indústria naval. Em todo o caso, o transporte marítimo e a indústria naval em geral continuam atentos às crescentes exigências ambientais das sociedades. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **NAVAL**

DIVULGADO ESTUDO SOBRE O FUTURO DO TRANSPORTE MARÍTIMO

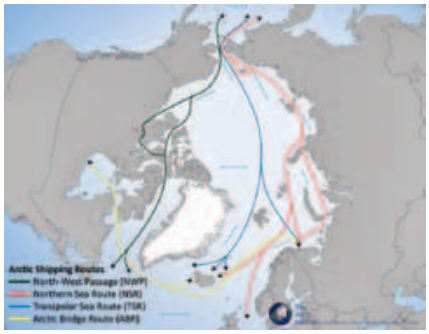
A sociedade classificadora DNV-GL divulgou recentemente um interessante estudo sobre o futuro do transporte marítimo, intitulado *The Future of Shipping*. Nele são indicadas as principais tendências num conjunto de seis áreas chave: a segurança da operação, o projeto avançado de navios, a conectividade do navio, os materiais do futuro, a eficiência do transporte marítimo, as energias de baixo carbono. Esta será a primeira de uma série de notícias que dedicaremos a este estudo que aponta num conjunto de direções inovadoras a nível científico e tecnológico.
A segurança da operação é a primeira área em foco neste estudo, talvez por envolver um conjunto de tendências tecnológicas que permitem fazer face ao erro humano, causa frequente de acidentes e incidentes. Assim, aspetos como a organização do armador e das tripulações para a promoção de uma cultura para a segurança, carreiras vocacionadas para dar aos tripulantes os necessários conhecimentos para a operação em segurança dos navios, a cooperação entre membros das tripulações para manutenção da segurança, sessões de grupo de análise de acidentes, incidentes e quase-acidentes e identificação de procedimentos melhorados, bem como a análise técnica detalhada de acidentes e identificação e implementação de medidas corretivas, deverão tornar-se cada vez mais comuns.
Os sistemas do navio deverão também possuir a resiliência necessária para tolerarem falhas técnicas e humanas e graus diferentes de aptidão dos operadores, tendo especialmente em conta que a cada vez maior complexidade dos sistemas de bordo se traduz numa maior dificuldade em operar os navios. A ponte de comando deverá cada vez mais ser projetada com a ergonomia em mente, incluindo aspetos tão sofisticados como a adaptação automática de certos parâmetros aos operadores que estejam de quarto no



momento. Os equipamentos de controlo, navegação e comunicações deverão fornecer a informação certa, na situação certa e no momento mais adequado. A *e-navigation*, as comunicações via satélite e os sistemas de monitorização assumirão uma crescente importância, em ligação com sistemas de controlo de tráfego semelhantes aos hoje utilizados na indústria aeronáutica, prevenindo colisões e preservando distâncias de segurança adequadas, através da alocação de rotas e velocidades.
Os riscos serão geridos de forma dinâmica, com pro-atividade, implementando barreiras contra as falhas e implementando a metodologia *bow-tie* que procura evidenciar as relações entre falhas e barreiras inteligentes, entendidas como aquelas que se ativam quando a análise de informação recolhida por sensores permite antever uma falha.
De uma forma geral, será importante melhorar os conhecimentos das tripulações sobre os riscos inerentes à operação e as barreiras técnicas existentes. Finalmente, a experiência da indústria *offshore* será certamente aplicada de forma mais sistemática ao transporte marítimo. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **NAVAL**

94.ª SESSÃO DO COMITÉ DE SEGURANÇA MARÍTIMA



Londres recebeu a 94.ª sessão do Comité de Segurança Marítima (MSC) da IMO entre 17 e 21 de novembro passado. Foi adotado o código para navios que operam em águas polares e emendas conexas à convenção SOLAS. Este código cobre aspetos que vão do projeto e construção do navio, ao seu equipamento, operação, treino das tripulações e busca e salvamento em águas polares. Estes navios já tinham de cumprir com o novo capítulo XIV da convenção SOLAS "Medidas de segurança para navios que operem em águas polares", onde foram introduzidas emendas que tornam o novo código obrigatório. As emendas têm data de entrada em vigor a 1 de janeiro de 2017 sob um mecanismo de aceitação tácita. Os navios existentes necessitam de cumprir os requisitos aplicáveis na primeira vistoria intermédia ou de renovação após 1 de janeiro de 2018. O código é também obrigatório ao abrigo da convenção MARPOL.

Foi também tornado obrigatório o código IGF, sobre segurança de navios que utilizem gás ou outros combustíveis de baixo ponto de inflamação. Os requisitos deste código são baseados numa abordagem por objetivos em que os requisitos funcionais são especificados em cada secção, devendo o projeto, construção e aprovação do navio comprovar que esses requisitos funcionais são cumpridos. Por outro lado, a convenção SOLAS exige agora também a verificação obrigatória do peso dos contentores nos países de origem, antes do embarque nos navios porta-contentores.

O MSC aprovou um plano de implementação estratégico para a *E-navigation*. Os cinco objetivos principais são o projeto melhorado e harmonizado de pontes de navegação amigas do utilizador; meios estandardizados e automáticos de transmissão de informação para terra; fiabilidade, resiliência e integridade melhorados para o equipamento da ponte de comando e informação de navegação; integração e apresentação de informação em dispositivos eletrónicos melhoradas; comunicação melhorada com os sistemas VTS.

O MSC continua a desenvolver trabalho na estabilidade em avaria de navios de passageiros, nomeadamente a possibilidade de exigir aos navios existentes que possuam meios computorizados de apoio à decisão do comandante em caso de alagamento.

Também a ciber-segurança foi abordada, nomeadamente considerando uma proposta para desenvolvimento de linhas orientadoras sobre ciber-segurança em sistemas de suporte às operações de navios, portos, instalações marítimas e outros elementos do sistema de transporte marítimo.

Finalmente, o comité avaliou o progresso realizado na implementação de regras orientadas por objetivos (*Goal based standards*), aplicáveis a graneleiros e navios tanques, nomeadamente as auditorias iniciadas por cinco equipas especializadas da IMO a 13 organizações reconhecidas, efetuadas desde julho de 2014. ING

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

GEOGRÁFICA

MARIA JOÃO HENRIQUES > mjoaoh@gmail.com

APONTAMENTO HISTÓRICO

O PALMO NO REINO DE D. MANUEL

JOÃO CASACA
Engenheiro Geógrafo, Membro Conselheiro da OE

Neste apontamento histórico, começaremos por enumerar alguns factos e tentaremos, em seguida, responder a uma questão enigmática: qual seria a altura de D. Afonso Henriques, rei que parece ter tido uma grande estatura?

No séc. XVI, as unidades de comprimento portuguesas mais populares tinham raiz nas unidades clássicas (gregas e romanas) e eram a polegada, o palmo redondo (mão aberta) com oito polegadas, o pé com doze polegadas, o côvado com três palmos, a vara com cinco palmos, o passo geométrico com cinco pés e a braça com dez palmos. Todas estas unidades, embora mantendo a proporcionalidade, tinham variantes regionais com diferentes comprimentos. Nas ordenações Manuelinas (1502), à semelhança de ordenações anteriores, determina-se que "todas as varas, côvados e pesos e medidas sejam iguais às de Lisboa".

O livro "Discussão Histórica das Medidas Geographicas do séc. XVI" da autoria de Ayres, segundo conde e primeiro marquês de Jácome Correia, publicado em 1930, é um enorme e prolixo repositório de informação sobre unidades de comprimento usadas na antiguidade. Da sua leitura infere-se o uso, no reino de D. Manuel, de um palmo

PLANTA DO CASTELO DO SABUGAL
NO LIVRO DAS FORTALEZAS DE DUARTE D'ARMAS (1509)

com cerca de 18 cm, um pé com 30 cm, uma vara com 90 cm, etc. Existem padrões de uma vara com 92 cm gravados na Sé do Porto e na igreja de Santa Madalena em Monforte.

Em 1575, uma lei de D. Sebastião normalizou as unidades lineares em torno do palmo de craveira (palmo craveiro). O sistema do palmo craveiro prevaleceu, entre outras unidades regionais, até à adoção do sistema métrico no final do séc. XIX. Em 1806, o francês Timotheo Verdier encontrou uma vara de bronze na Câmara Municipal de Tomar, com a inscrição: "*SEBASTIANUS I REX PORTUGALIAE Omnis Regnorum Suorum mensuras aequavit anno 1575*". A vara media 1,10 m e correspondia a cinco palmos de 22 cm. Existem inúmeros vestígios desta vara gravada em paredes, umbrais de portas etc., de castelos, igrejas, mosteiros, etc.

Em 1509, D. Manuel encarregou o seu escudeiro Duarte d'Armas de desenhar vistas panorâmicas e plantas das fortalezas fronteiriças, de Castro Marim até Caminha. O "Livro das Fortalezas" está bem conservado e, nas plantas das fortalezas, apresenta as dimensões dos principais elementos arquitetónicos em varas (v) e palmos (p). Em visitas efetuadas aos castelos de Castro Marim e do Sabugal, em que foram medidos alguns dos comprimentos indicados nas plantas, verificou-se que, embora com algumas discordâncias, o sistema do palmo craveiro é o que melhor se ajusta aos valores indicados nas plantas e às medições efetuadas.

No princípio do séc. XVI, o rei D. Manuel mandou construir, na igreja da Santa Cruz em Coimbra, dois mausoléus, para guardar os restos mortais do primeiro rei de Portugal e de seu filho D. Sancho. Numa memória, escrita pelo Dr. João Homem, que relata a cerimónia de transladação, realizada em julho de 1520, o autor refere que foram medidas as ossadas de D. Afonso Henriques, tendo a sua altura sido avaliada em dez palmos.

Em face dos factos relatados, a questão que se coloca é: qual seria o valor métrico dos dez palmos da altura de D. Afonso Henriques? A resposta imediata é 2,20 m (dez palmos craveiros). O problema é que ainda hoje uma estatura de 2,20 m é muito rara. No séc. XII deveria ser considerada como um fenómeno digno de registo nas crónicas.

A resposta alternativa é dez palmos de 18,4 cm, ou seja, 1,84 m de altura. Trata-se de uma estatura elevada, mas que não cabe na categoria dos fenómenos extremos. Esta estatura alternativa parece ser mais plausível e não é impossível de explicar. Estando o palmo de Lisboa (22 cm) em expansão, com proteção real, o palmo de 18,4 cm estaria em declínio, embora aparentemente ainda em uso em várias regiões do País, nomeadamente no Porto. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **GEOGRÁFICA**

VIII CNCG – CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

O Colégio de Engenharia Geográfica está a organizar a VIII CNCG, que terá como tema "Informação Geoespacial para as gerações futuras: oportunidades e desafios".

A informação geoespacial assume uma importância cada vez mais reconhecida pela Sociedade, constituindo-se não só como fator de desenvolvimento, mas também como um elemento determinante na condução das políticas ambientais, de gestão e ordenamento do território, na mitigação de riscos e no exercício da soberania, entre outros.

Esse reconhecimento assumiu recentemente um maior destaque com a iniciativa "Global Geospatial Information Management" (UN-GGIM) das Nações Unidas, uma plataforma para o desenvolvimento de estratégias efetivas na construção e fortalecimento das capacidades nacionais no âmbito da informação geoespacial. De entre os objetivos desta iniciativa, destaca-se a compilação das experiências e melhores práticas de organismos nacionais e internacionais relacionados com a informação geoespacial, em particular no que respeita a instrumentos legais, modelos de gestão e normas técnicas, que terão um impacto assinalável nas futuras gerações.

Paralelamente, assiste-se a um desenvolvimento infraestrutural e tecnológico sem precedentes: múltiplos sistemas de navegação, de posicionamento e de observação da Terra, diversificação e aumento da resolução de sensores espaciais e terrestres, da capacidade computacional e da velocidade das telecomunicações, proliferação de veículos aéreos e terrestres não tripulados para o transporte de sensores dedicados à medição e à observação, entre outros.

As utilizações que requerem informação geoespacial estão presentes nos mais diversos →

domínios da atividade e são quase inesgotáveis. A comunidade de utilizadores abrange o setor público e o setor privado. Assume, consequentemente, um papel fundamental a produção da informação, maioritariamente a cargo do setor privado.
Estas realidades requerem, por um lado, uma crescente adaptação tecnológica e, por outro, um conhecimento aprofundado dos fundamentos técnico-científicos por parte dos profissionais que se dedicam à investigação, produção, exploração e disseminação de informação geoespacial, tendo como elemento orientador a sua adequação ao objetivo final (*fit for purpose*).
É neste contexto que se realiza a VIII CNCG, que nesta edição conta com a colaboração, na organização, do Instituto Geográfico do Exército e com o apoio da Academia Militar. Decorre a 29 e 30 de outubro próximo.
Tópicos da Conferência: Geodesia, Hidrografia e Oceanografia, Topometria, Cadastro predial, Cartografia, Observação da Terra e Fotogrametria, Informação Geoespacial: aplicações, Ordenamento e gestão do território, Indústria e serviços, Educação e capacitação, Normas técnicas, Projetos nacionais e internacionais.

> **Mais informações disponíveis em www.ordemengenheiros.pt/pt/agenda/ /viii-cncg-viii-conferencia-nacional- -de-cartografia-e-geodesia**

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **GEOGRÁFICA**

FIG WORKING WEEK 2015

A Presidente do Colégio Nacional de Engenharia Geográfica, Eng.ª Teresa Sá Pereira, e a Delegada deste Colégio na FIG, Eng.ª Maria João Henriques, participaram na FIG Working Week 2015 e na XXXVIII Assembleia Geral desta Federação, assim como em várias reuniões que decorreram nos cinco dias deste evento.
A Working Week decorreu em Sofia, Bulgária, no Palácio Nacional da Cultura. A organização foi conjunta da FIG e da Chamber of Graduated Surveyors, uma pequena associação que se tornou membro da FIG em 2008 e que, em 2012, quando apresentou a sua candidatura à organização desta Working Week, tinha 60 membros. A organização teve ainda o suporte da Association of Surveying Firms da Bulgária. Durante todo o evento, que reuniu cerca de 900 participantes, foi notório o enorme empenho dos membros da Chamber of Graduated Surveyors.
Da Assembleia Geral da FIG, decorrida entre 17 e 21 de maio, é de salientar a criação de novas Task Forces (TF), que vão existir no período 2015-2018:

- Task Force on Real Property Markets: irá avaliar o progresso do estabelecimento de mercados imobiliários nos países com economias em transição. TF que se justifica pelo interesse dos profissionais, do âmbito da FIG, em aumentar o seu conhecimento e também a sua atividade nos mercados imobiliários;
- Task Force on Commission Structure: irá avaliar as Comissões da FIG, nomeadamente verificar se há necessidade de rever a sua estrutura e irá apresentar uma proposta de possíveis melhorias;

Presença do Colégio de Engenharia Geográfica na Assembleia Geral

- Task Force on Scientific Journal: irá investigar se será útil ou necessário que a FIG crie uma publicação científica e, se se justificar, irá propor as etapas para estabelecer um jornal (eletrónico ou impresso) com arbitragem científica;
- Task Force on Corporate Members: irá propor formas de fortalecer os laços entre a FIG e os membros corporativos (empresas).

Esta última Task Force justifica-se pelo facto de se reconhecer a relevância e mais-valias da participação dos membros corporativos sendo que para atrair mais membros será necessário estudar formas de alargar as oportunidades de interagir, colaborar, comunicar e participar com o Conselho FIG e com a comunidade FIG.
Relativamente a outros assuntos, os membros presentes na Assembleia Geral votaram favoravelmente as seguintes propostas:

- Christiaan Lemmen como Membro Honorário. Apresentada pela Geo-Informatie Nederland GIN, Holanda;
- CheeHai Teo como Membro Honorário. Apresentada pela Association of Authorised Land Surveyors Malaysia, PEJUTA;
- Clarissa Augustinus, da UN-Habitat, como Embaixadora Honorária. Apresentada pelo FIG Office, em reconhecimento da atividade desta juntamente com a FIG.

No último dia da Assembleia, os membros escolheram o local de realização da Working Week de 2019. A proposta vencedora foi apresentada pela Vietnam Association of Geodesy, Cartography and Remote Sensing, a qual propunha Hanói. Os outros três locais propostos foram Dublin, Nairobi e Genebra/ Interlaken.
Na sessão de abertura da Working Week, a qual teve como lema "From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World", estiveram presentes um representante do Ministro do Desenvolvimento Regional e das Obras Públicas e o Presidente da Câmara Municipal de Sofia e, obviamente, os presidentes da FIG, Chryssy Potsiou, e da Chamber of Graduated Surveyors, Yanakiev Krumov.
O programa técnico contou com três sessões plenárias, as quais focaram os seguintes tópicos: Resposta dos surveyors às mudanças da gestão das cidades; Resposta dos surveyors ao pró-crescimento da gestão fundiária; Reformas institucionais e profissionais globais e regionais. Decorreram ainda 64 sessões técnicas, sendo que quatro portugueses fizeram apresentações do trabalho que estão a desenvolver nas áreas de demarcação de fronteiras, hidrografia e topometria.

Para além destas sessões, decorreram a exposição técnica, uma exposição de mapas e diversos fóruns e sessões de debate, tendo os representantes do Colégio de Engenharia Geográfica participado na acesa reunião da Task Force on Commission Structure, no Fórum das Associações membro e, claro, no Fórum dos Presidentes. O Fórum das Associações concluiu sobre a necessidade de se estabelecer, para dar mais visibilidade à profissão, o Dia Mundial dos Surveyors, o qual seria dedicado a um profissional que se tenha destacado, cabendo a cada Associação a promoção deste dia a nível local. Este Fórum destacou também a necessidade dos membros melhorarem as relações existentes entre si e mencionou ser preciso que a divulgação das associações membro e das suas áreas de intervenção fosse realizada de forma mais eficiente.

No Fórum dos Presidentes, Chryssy Potsiou apresentou o tema "Como é que as associações profissionais apoiam os surveyors para os desafios do futuro". Na sua intervenção, a Eng.ª Teresa Sá Pereira referiu

Mesa da Presidência na Assembleia Geral. No centro, a Presidente da FIG, Chryssy Potsiou

que existe um esforço para serem promovidas, ao longo de cada ano, ações de formação e de divulgação. Tem também havido um maior envolvimento dos Young Surveyors nas atividades do Colégio, inclusive ao colaborarem ativamente na organização dos eventos. Falou também que a formação é tecnicamente muito boa, faltando somente, nesta fase, uma maior interligação com outros profissionais que permitisse aos jovens adquirir competências que lhes permitissem dialogar mais facilmente com outras especialidades. Relativamente ao Surveyor Day, foi da opinião que o programa deveria ser mais extenso (alargar-se para um semana de duração), sendo que a FiG deveria apoiar através da criação de diretivas e sugestões de ações. No fim da sua intervenção felicitou a FIG pelo novo *website*.

Mas a Working Week teve, à semelhança dos anteriores grandes eventos, atividades promovidas pela Young Surveyors Network (YSN). Assim, na véspera do início da Working Week, realizou-se o Encontro Europeu, para a organização do qual contribuíram alguns dos jovens membros do Colégio de Engenharia Geográfica, e ao longo da Working Week decorreram diversas sessões promovidas pela YSN.

> **Mais informações disponíveis em**
> **www.fig.net/fig2015**
> **Comunicações disponíveis em**
> **www.fig.net/resources/proceedings/ /fig_proceedings/fig2015/index.htm**
> **Mais informações acerca dos temas abordados na Assembleia Geral disponíveis em**
> **www.fig.net/organisation/general_assembly/ /agendas_and_minutes/index.asp**

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA **GEOGRÁFICA**

EXPOSIÇÃO "VÉRTICES GEODÉSICOS E OUTRAS MARCAS"

Decorreu no Museu de Engenharia Civil, no Instituto Superior Técnico, a Exposição "Vértices Geodésicos e outras Marcas", coordenada pelos Professores Ana Paula Falcão e Alexandre Gonçalves. A Exposição apresentou um conjunto de fotografias de vértices geodésicos e marcas de nivelamento nacionais e internacionais e foi complementada com a apresentação de elementos cartográficos e equipamentos topográficos pertencentes ao espólio do Museu.

Os vértices geodésicos são marcas com coordenadas conhecidas, distribuídas pelo território e colocadas em posições dominantes do terreno de forma a garantir intervisibilidade. O seu conjunto compõe a Rede Geodésica Nacional, que é a infraestrutura básica onde se apoia toda a cartografia do País, e que serve para todas as atividades relacionadas com o posicionamento terrestre. Esta rede é formada por cerca de 10.000 vértices, que se dividem em três ordens de importância de acordo com a qualidade posicional das suas coordenadas. As marcas de nivelamento, embora mais discretas, desempenham um papel similar na determinação precisa das altitudes ortométricas. Encontram-se colocadas ao longo de 4.500 quilómetros de vias de comunicação e o seu conjunto compõe a Rede de Nivelamento Geométrico de Alta Precisão.

Vértice Melriça, Centro Geodésico de Portugal, Vila de Rei

As fotografias presentes na exposição pretenderam realçar as diferentes formas que os países encontraram para materializar estes elementos. Estas fazem parte da coleção dos organizadores da exposição sustentada por amigos, colegas e alunos. ING

Marca Praça do Comércio, Lisboa

INICIATIVAS REGIONAIS

- "Erosão Costeira: causas e consequências" ▸ ver secção Regiões ▸ NORTE
- Conferência sobre a Extensão da Plataforma Continental ▸ ver secção Regiões ▸ CENTRO
- Geográfica promove Sessões Técnicas em Coimbra ▸ ver secção Regiões ▸ CENTRO
- Sessão "Informação Geográfica Voluntária p/Gestão de Catástrofes" ▸ ver secção Regiões ▸ CENTRO

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

AGRONÓMICA

PEDRO CASTRO REGO > regopedro@hotmail.com

INICIATIVAS REGIONAIS

• "Da Vinha para a Ordem" ▸ ver secção Regiões ▸ SUL

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

MATERIAIS

LUÍS GIL > luis.gil@lneg.pt

AVEIRO DESCOBRE FORMA DE TRANSFORMAR RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM CIMENTO

Todos os anos, a indústria portuguesa produz dois milhões de toneladas de resíduos. Um grupo de investigadores da Universidade de Aveiro (UA) descobriu agora uma maneira de dar uma nova vida a estes resíduos e transformá-los em cimento.

A solução foi descoberta no CICECO e pretende não só acabar com o problema ambiental, como valorizar estes materiais enquanto matéria-prima. Entre os resíduos que podem ganhar uma nova vida estão principalmente os lixos orgânicos, como as cinzas produzidas pelas celuloses, os detritos das pedreiras e as lamas vermelhas tóxicas provenientes das fábricas de alumínio. Depois de reaproveitados, os detritos são transformados em cimento com zero grau de toxicidade e que pode ser utilizado como qualquer outro.

"Os cimentos que alcançamos podem ser utilizados como os que já existem", indica João Labrincha, investigador do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica e coordenador do estudo, ao jornal *online* da UA. Com os mesmos detritos que resultam dos processos industriais, os investigadores conseguiram produzir um cimento "à base de belite e silicato tricálcico, que são os constituintes do cimento Portland". Este cimento é mais ecológico "porque é cozido a uma temperatura mais baixa". Assim, este cimento desenvolvido pelos

Foto: D.R.

investigadores da UA é ainda mais ecológico pois "permite poupar uma quantidade considerável de energia no seu fabrico e diminuir as emissões de dióxido de carbono", explica João Labrincha.

"A mistura bem moída de componentes à base de argilas e calcários foi por nós substituída pelos resíduos. Esta mistura é depois colocada diretamente num forno e gera, após calcinação, um pó chamado clínquer com características hidráulicas. Isto quer dizer que reagem com a água, gerando estruturas sólidas", detalha o investigador. ING

Fonte: http://greensavers.sapo.pt

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE **MATERIAIS**

INVESTIGADORES QUEREM PÔR JANELAS A PRODUZIR ELETRICIDADE

E se as janelas transformassem luz solar em energia elétrica? É isto que uma equipa internacional de investigadores – onde se destacam dois portugueses da Universidade de Coimbra (UC) – está a tentar fazer. A equipa do LaserLab, da UC, em colaboração com investigadores da Universidade de Sheffield, no Reino Unido, desenvolveu um estudo que revela que as janelas podem transformar a luz solar em energia elétrica, como os painéis fotovoltaicos.

Pela primeira vez, os investigadores avaliaram o potencial de alguns compostos de platina (ligada a um conjunto de moléculas orgânicas) para aplicações na transformação de energia solar em eletricidade, através de um método sensível de calometria fotoacústica – tecnologia única desenvolvida na UC. O método permite determinar o grão

Foto: D.R.

de eficiência da transferência de eletrões destes compostos de platina para um material semicondutor de forma a produzir eletricidade, aproveitando a energia solar.

Os resultados da investigação, financiada pela FCT e pelo LaserLab Europe, foram considerados "Hot Article" pela revista científica "Dalton Transactions", da Royal Society of Chemistry. ING

Fonte: http://greensavers.sapo.pt

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE **MATERIAIS**

DESENVOLVIMENTO DE PAINÉIS COMPÓSITOS MULTIFUNCIONAIS PARA APLICAÇÃO EM REVESTIMENTOS DE PEDRA NATURAL

O projeto FunctionalSTONE tem como objetivo a obtenção de painéis compósitos multifuncionais para aplicação direta em revestimentos de pedra natural amplamente utilizados na indústria da construção. Estes painéis, com aplicação em pavimentos e fachadas, serão estruturados em configurações e combinações de materiais que potenciem as propriedades térmicas, acústicas e mecânicas da pedra natural e minimizem a complexidade e custos inerentes à sua aplicação. Um segundo objetivo do projeto consiste na otimização dos painéis desenvolvidos através da caracterização do seu comportamento aquando da sua solicitação a condições hidrotérmicas, mecânicas e envelhecimento, típicas das observadas em aplicação. Neste âmbito serão procuradas soluções em que os mecanismos de sensorização/monitorização se encontram incorporados na estrutura dos painéis, visando a integração dessas funcionalidades em sistemas inteligentes de gestão do ambiente de edifícios.

O projeto, apoiado pelo Compete, está a ser realizado por um consórcio composto por dois promotores empresariais, Solancis e Frontwave, e uma Entidade do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, a Universidade de Coimbra. O projeto encontra-se na fase final, tendo já sido encontradas e otimizadas diversas soluções, estando algumas delas já testadas e validadas para industrialização. ING

Fonte: www.construcaomagazine.pt

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE **MATERIAIS**

NOVO MATERIAL PERMITE LIMPEZA DE DERRAMES APENAS COM REDES DE MALHA

Uma equipa da Universidade Estatal do Ohio, nos EUA, desenvolveu uma malha em aço inoxidável bastante fina e flexível que num futuro próximo poderá ser utilizada para limpar derrames de petróleo. Os microscópicos furos da malha permitem que a água passe através dela mas retêm o petróleo graças a uma camada quase invisível que reveste a sua superfície e que tem a capacidade de repelir o petróleo.

Nos testes laboratoriais, os investigadores misturaram água com petróleo e, posteriormente, filtraram a água através da rede. A água conseguiu passar para um recipiente colocado debaixo da malha, mas o petróleo ficou retido na superfície do material, o que permitiu a sua separação de forma bastante fácil, escreve o Phys.org.

Esta malha é uma das nanotecnologias inspiradas na natureza que está a ser desenvolvida na Universidade Estatal do Ohio. As suas potencialidades foram descritas num

Foto: D.R.

estudo publicado na revista "Scientific Reports". Além de ser uma ferramenta útil para limpar derrames de crude, o material pode ainda ser utilizado para detetar depósitos de petróleo subterrâneos. ING

Fonte: http://greensavers.sapo.pt

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE **MATERIAIS**

JORNADAS CICECO DEBATEM IMPORTÂNCIA DAS NANOTECNOLOGIAS PARA A INDÚSTRIA

Sublinhar a enorme importância das nanotecnologias no desenvolvimento industrial, económico e social do País e promover a sua transferência do laboratório para a indústria constituíram os grandes objetivos das Jornadas CICECO 2015. O encontro, sob a designação "Nanotechnology... from the lab to the industry", quis ainda divulgar junto da indústria nacional e de possíveis investidores as atividades de investigação e desenvolvimento do CICECO – Aveiro Materials Institute. As Jornadas, organizadas por um dos centros de investigação da Universidade de Aveiro (UA), decorreram a 14 e 15 de abril, no Complexo Pedagógico da UA.

Sabe-se que em 2015, o mercado mundial na área das nanotecnologias atingirá um valor de três mil milhões de euros numa ampla gama de setores entre a indústria química, a farmacêutica, a aeroespacial, a eletrônica ou a de materiais. A nanotecnologia é, face a esses valores, uma indústria já instalada e em crescimento, com uma diversidade enorme de produtos em todos os setores industriais. Neste contexto, a Europa pretende deter uma posição líder de mercado, aumentando a sua competitividade em diferentes áreas em que a nanotecnologia pode ter um forte valor acrescentado. Qual a posição atual de Portugal na área das nanotecnologias? Qual a posição no futuro? Qual o papel da investigação? Estas e muitas outras questões são preocupações do Laboratório Associado CICECO que as colocou em cima da mesa durante as Jornadas.

OPORTUNIDADES DE PARCERIAS

"O encontro pretende contribuir para a discussão alargada da temática das nanotecnologias e da sua transferência do laboratório

para a indústria", apontou Paula Vilarinho, da Comissão Organizadora das Jornadas. Por isso, o evento anual, tradicionalmente interno à comunidade CICECO e UA, é este ano "aberto à comunidade em geral, com particular enfoque na comunidade industrial, empresarial, de investimentos e qualquer parceiro interessado na área de transferência de tecnologia". "Queremos que este seja um evento emblemático, que marque o início de um novo ciclo para o CICECO, e aproveitar o simultâneo início do novo período programático FEDER e CE, com os programas Portugal 2020, Centro 2020 e Horizonte 2020, para alavancar as oportunidades de financiamento de I&D no CICECO, nomeadamente em parceria com empresas que também irão ser beneficiárias destes incentivos", acrescentou a investigadora do laboratório e Professora do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica da UA.

CONVIDADOS DE RENOME

Do programa das Jornadas destacou-se a primeira mostra de tecnologias do CICECO ao setor empresarial e industrial e uma sessão de debate sobre a temática da passagem de tecnologias do laboratório para a indústria, com enfoque nas nanotecnologias. Este momento teve um formato do tipo "Rump Session" no qual António Sousa Correia, presidente do Colégio de Engenharia de Materiais da Ordem dos Engenheiros, e Fernando Dourado, CEO da BCTechnologies, apresentaram o panorama europeu das nanotecnologias e um caso de sucesso na implementação industrial de um processo na área da nanotecnologia em Portugal.

Destaque também para um painel de oradores constituído por José Maria Albuquerque, vogal do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Alcino Lavrador, CEO da PT Inovação, André Albuquerque, CEO da Innovnano, António Braz Costa, CEO do Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes, Karl Kainer, Diretor do Magnesium Innovation Centre at Helmholtz-Zentrum Geesthacht (Alemanha) e Carlos Pascoal Neto, Vice-reitor da UA.

Um outro destaque das Jornadas CICECO 2015 foi o lançamento do livro de patentes do CICECO, no qual se reúnem as patentes relacionadas com o respetivo trabalho de I&D e que se encontra disponível em www.ciceco.ua.pt/files/the_complete_patents_of_ciceco.pdf.

Ainda de referir que a Dr.ª Alexandra Rodrigues, Diretora de Serviço de Desenvolvimento Regional da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro, apresentou as oportunidades de financiamento para a região centro do País no âmbito do Portugal 2020/Horizonte 2020.

> **Mais informações disponíveis em www.ciceco.ua.pt/jornadas15**

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA

INFORMÁTICA

VÍTOR SANTOS > vitors@netcabo.pt

INICIATIVAS REGIONAIS

• Sessão "Informação Geográfica Voluntária p/Gestão de Catástrofes" ▸ ver secção Regiões ▸ CENTRO

ESPECIALIDADES E ESPECIALIZAÇÕES VERTICAIS

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DO

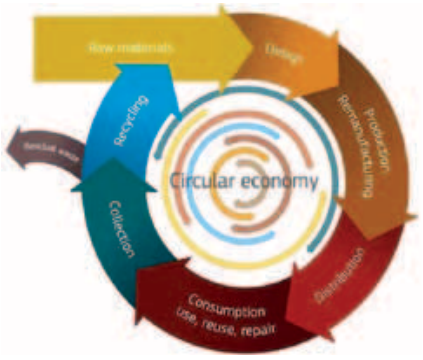
AMBIENTE

JOÃO TIAGO DE ALMEIDA > jtalmeida@gmail.com

ECONOMIA CIRCULAR – CONSULTA PÚBLICA DA COMISSÃO EUROPEIA

A Comissão Europeia lançou, no dia 28 de maio, uma consulta pública para ideias destinadas ao desenvolvimento da Economia Circular. As contribuições dos interessados sobre as principais opções estratégicas com vista a desenvolver uma abordagem mais ambiciosa no domínio da economia circular serão contempladas na elaboração do novo plano de ação, a apresentar até ao final de 2015.

As opções estratégicas para promover uma economia circular concorrencial na Europa não se confinarão à política de resíduos e obedecerão a todo o ciclo de vida dos produtos, bem como a situação em todos os



Estados-membros. Englobarão medidas sobre a conceção inteligente dos produtos, a sua reutilização e reparação, a reciclagem, o consumo sustentável, a política de resíduos, os níveis de reciclagem, a utilização inteligente de matérias-primas, mercados mais sólidos de matérias-primas secundárias e medidas setoriais específicas.

Evoluir no sentido de uma economia mais circular pode potenciar a competitividade e a inovação ao estimular novos modelos empresariais e novas tecnologias, para além de facilitar a inovação social, o que tornará

a economia europeia mais sustentável e concorrencial a longo prazo. Pretende-se estabelecer as condições necessárias para criar um maior número de postos de trabalho sem consumir os recursos que desperdiçamos atualmente, o que irá contribuir para uma Europa mais sólida e equitativa, reduzindo paralelamente as pressões que recaem sobre o abastecimento de matérias-primas e o ambiente. A Comissão Europeia convida todos os cidadãos, as autoridades públicas, as empresas e todas as demais partes interessadas, governamentais e não-governamentais, a responder a questões relativas às diferentes etapas do ciclo económico e o seu papel na transição para uma economia circular. Já se encontra a decorrer uma consulta pública específica (até 20 de agosto) sobre as distorções do mercado de resíduos, a qual está aberta a todas as partes interessadas (http://ec.europa.eu/environment/consultations/closing_the_loop_pt.htm).

> **Mais informações disponíveis em** **http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-5049_pt.htm**

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DO **AMBIENTE**

9TH INTERNATIONAL TECHNICAL CONFERENCE ON WASTE

A política de resíduos da União Europeia impõe restrições à deposição de resíduos urbanos biodegradáveis em aterros e impõe valores mínimos de valorização dos resíduos de embalagens. Estas duas imposições contribuem para a materialização de uma visão em que os resíduos são considerados cada vez mais fontes de recursos e que devem ser valorizados, caminhando-se para uma sociedade da reciclagem e para a aplicação efetiva do conceito de economia circular.

Para abordar estes temas, a cidade de Viana do Castelo é a anfitriã de um dos mais importantes eventos internacionais sobre gestão de resíduos que se realizam em Portugal, em particular as Jornadas Técnicas Internacionais de Resíduos. Na sua nona edição, este evento, promovido pela Associação Portuguesa de Engenharia Sanitária e Ambiental, terá lugar no Instituto Politécnico de Viana do Castelo, entre os dias 14 e 16 de setembro do presente ano.
O encontro reunirá diversos oradores nacionais e internacionais e o programa contemplará o congresso, visitas técnicas a unidades de excelência em matéria de gestão de resíduos e uma *masterclass* sobre o tema da recolha seletiva de resíduos orgânicos.

> **Mais informações disponíveis em** **www.jornadas-residuos2015.org**

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DO **AMBIENTE**

REGIME DE LICENCIAMENTO ÚNICO DE AMBIENTE

O quadro jurídico ambiental foi recentemente ampliado com o Regime de Licenciamento Único de Ambiente (LUA), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 75/2015, de 11 de maio, que entrou em vigor no dia 1 de junho.
O diploma visa a simplificação dos procedimentos dos regimes de licenciamento ambientais, regulando o procedimento de emissão do título único ambiental. Nesta perspetiva se pretende contribuir para aliar o crescimento económico a comportamentos ambientais responsáveis numa lógica de dinamização da economia nacional e promoção do investimento.
O LUA funciona eletronicamente, através da Plataforma SILiAmb, e incorpora, num único título, os regimes de licenciamento e controlo prévio no domínio do ambiente relativos a avaliação de impacte ambiental (AIA), prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas (RPAG), emissões industriais (REI), comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa (CELE), gestão de resíduos, títulos de utilização dos recursos hídricos (TURH), deposição de resíduos em aterro, centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos perigosos (CIRVER), procedimentos ambientais do regime jurídico de gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais e, ainda, procedimentos de avaliação de incidências ambientais (AIncA).
Articula-se ainda com os diversos regimes de licenciamento ou controlo prévio aplicáveis ao estabelecimentos ou de atividades económicas, designadamente, com o Sistema da Indústria Responsável, com o Regime de Exercício das Atividades Pecuárias ou com o Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas.
O regime de LUA traduz-se num procedimento de emissão do Título Único Ambiental (TUA), que constitui um título único de todos os atos de licenciamento e de controlo prévio no domínio do ambiente aplicáveis ao pedido, condensando toda a informação relativa aos requisitos aplicáveis ao estabelecimento ou atividade em questão, em matéria de ambiente. Pode optar-se por incluir no pedido de TUA apenas um ou mais dos atos de licenciamento ou controlo prévio ambiental instrutórios. A emissão do TUA está sujeita ao pagamento de uma Taxa Ambiental Única (TAU). A Agência Portuguesa do Ambiente (www.apambiente.pt) é a autoridade nacional para o LUA, constituindo-se gestor do procedimento, e, sendo, como tal, responsável pela gestão dos pedidos de licenciamento apresentados e pela garantia do cumprimento do disposto no Decreto-lei que regulamenta este regime. ING

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DO **AMBIENTE**

COMPROMISSO PARA O CRESCIMENTO VERDE PUBLICADO EM DIÁRIO DA REPÚBLICA

Foi publicado no dia 30 de abril de 2015 o Compromisso para o Crescimento Verde (CCV), que constitui uma estratégia nacional para a promoção do desenvolvimento, baseado na criação de valor assente na conciliação do crescimento económico e da sustentabilidade, da competitividade do País e da sua afirmação internacional como referência do crescimento verde.

O CCV é um plano estratégico de olhos postos num futuro sustentável para Portugal, onde o crescimento económico dá as mãos a comportamentos ambientais responsáveis, contribuindo assim para a justiça social e a qualidade de vida das populações de hoje e das gerações futuras.

Para encontrar este caminho, foi necessário sentar à mesma mesa quase uma centena de organizações das áreas empresarial, científica, financeira, assim como dos organismos públicos, fundações e ONG, que constituem a chamada Coligação para o Crescimento Verde. Do debate resultou um único documento, o Compromisso para o Crescimento Verde, que se concretiza através de 13 objetivos e de 83 medidas.

O CCV responde aos desafios com que o País se tem deparado e que exigem respostas estruturais. Por um lado, Portugal é dos países mais afetados da Europa pelo agravamento da crise climática, ao qual se soma a degradação de recursos hídricos e de perda de biodiversidade. Por outro lado, o País precisa de desenvolvimento sustentável, de criar emprego e de crescer economicamente. Estes dois grandes desafios não são incompatíveis. Pelo contrário, o Compromisso cria oportunidades de desenvolvimento, através da aposta do crescimento da chamada economia verde, que gera emprego, permite reduzir a dependência energética do exterior, e cria uma fiscalidade mais inteligente, mais pesada para quem polui mais.

> **Mais informações disponíveis em www.crescimentoverde.gov.pt**

COLÉGIO NACIONAL DE ENGENHARIA DO **AMBIENTE**

APROVADO O PENSAAR 2020

Foi publicado em Diário da República o Despacho n.º 4385/2015, de 30 de abril de 2015, do Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente, que aprova a estratégia para o abastecimento de água e saneamento de águas residuais em Portugal para o período 2014-2020. Designa-se "PENSAAR 2020 – Uma nova estratégia para o setor de abastecimento de águas e saneamento de águas residuais" e resulta do trabalho de uma comissão de acompanhamento criada em junho de 2013, revelando a importância que o setor do abastecimento de água e saneamento de águas residuais tem para a preservação do ambiente e para o desenvolvimento económico e social.

Nos últimos 20 anos Portugal realizou importantes e significativos investimentos no setor, com impactos francamente positivos nas áreas da saúde, do ambiente, do desenvolvimento económico e da qualidade de vida das populações, destacando-se a revitalização e o desenvolvimento das atividades económicas locais, a melhoria da qualidade da água para consumo público, a melhoria da qualidade das águas balneares, a valorização e proteção dos recursos naturais e a salvaguarda dos ecossistemas.

Apesar da maturidade atingida, o setor enfrenta novos desafios que requerem uma estratégia voltada para um novo paradigma, focalizada na gestão eficiente dos seus recursos. Esses novos desafios requerem a prestação de serviços de qualidade de forma profissionalizada e sustentável social, económica e financeiramente.

O PENSAAR é composto por um Quadro Estratégico, organizado em cinco eixos e 19 objetivos operacionais e por um Plano de Ação concebido através de um conjunto de 48 medidas suportadas por 135 ações que pretendem concretizar os objetivos operacionais.

O referido despacho determina também a criação de um Grupo de Trabalho Operacional que terá por missão acompanhar e monitorizar a implementação do PENSAAR 2020.

> **Mais informações disponíveis em www.apambiente.pt**

INICIATIVAS REGIONAIS

• Visita à ETAR do Barreiro/Moita ▸ ver secção Regiões ▸ SUL

ESPECIALIZAÇÕES HORIZONTAIS

ESPECIALIZAÇÃO EM

TRANSPORTES E VIAS DE COMUNICAÇÃO

ALICE FREITAS > aafreitas@ordemdosengenheiros.pt

EXPOSIÇÃO "PONTES DO RIO DOURO"

Foi inaugurada, em Viseu, no dia 4 de junho, a Exposição "Pontes do Rio Douro". Esta mostra foi organizada pela Fundação Museu do Douro e a Especialização em Transportes e Vias de Comunicação da Ordem dos Engenheiros (OE), em colaboração com a Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu (ESTGV) e a Delegação Distrital de Viseu da OE, e estará patente na biblioteca da ESTGV até 30 de setembro. A iniciativa incorpora 18 obras de arte, com texto e coordenação do Eng. António Vasconcelos, autor do livro "As Pontes dos Rios Douro e Tejo", obra editada pela Ordem e fonte de inspiração deste projeto.

Anteriormente, a Exposição esteve patente, de 25 de março a final de maio, em Coimbra, no Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (UC). A iniciativa contou com a colaboração e o apoio do Colégio Regional Centro de Engenharia Civil e enquadrou-se na celebração dos 40 anos dos primeiros licenciados em Engenharia Civil pela UC. ING

ESPECIALIZAÇÕES HORIZONTAIS

ESPECIALIZAÇÃO EM

ENGENHARIA DE SEGURANÇA

ALICE FREITAS > aafreitas@ordemdosengenheiros.pt

I JORNADA SOBRE SEGURANÇA LABORAL E CIVIL

O Coordenador da Especialização em Engenharia de Segurança da Ordem dos Engenheiros (OE), Eng. António Oliveira, representou a Ordem, na sequência de um convite dirigido ao Bastonário, Eng. Carlos Matias Ramos, na I Jornada sobre Segurança Laboral e Civil, realizada pelo Município de Lagoa entre 27 e 29 de abril. Tratou-se de uma iniciativa realizada em parceria com várias entidades e destinada também a assinalar o Dia Internacional da Segurança no Trabalho, que se comemora anualmente a 28 de abril.

Esta I Jornada envolveu a abordagem das seguintes vertentes: Segurança no Local de Trabalho; Segurança da Comunidade Laboral e Civil; Segurança na vertente Civil e de Forças de Socorro e de Segurança. Apresenta-se uma síntese das temáticas abordadas e respetivos intervenientes.

SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO – CULTURA DE SENSIBILIZAÇÃO

- Cultura de Segurança – 30 dias de informação, 365 dias de segurança, Ana Silva, Centro Local de Portimão da ACT;
- O contributo da Engenharia de Segurança para a sustentabilidade da sociedade, António Victor de Oliveira, Especialização em Engenharia de Segurança da OE;
- SHST Insights... em 15 minutos, António Oliveira e Sousa, Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve;
- Os acidentes de trabalho e as doenças profissionais e seus efeitos na Trabalhadora, Esposa e Mãe, Luís Machado, Associação Nacional dos Doentes Sinistrados no Trabalho;
- Segurança no local de trabalho, Vanda Cruz, União Geral dos Trabalhadores;
- Testemunho, António Silva, Deficiente Sinistrado do Trabalho e Portador de Doença Profissional;
- Segurança e saúde no trabalho na Administração Local, Henrique Vilallonga, Sindicato Nacional dos Trabalhadores da Administração Local, Empresas Públicas, Concessionárias e Afins;
- Juntos numa cultura de prevenção para uma cultura de segurança no trabalho, Ana Santos, Organização Internacional do Trabalho – Escritório de Lisboa;
- Obstáculos à Segurança e Saúde no Trabalho, Nuno Duarte, Fortrabmed;
- A prevenção de lesões músculo-esqueléticas ligadas ao trabalho em trabalhadores com tarefas de limpeza, Andreias Lopes, Centro Hospitalar do Algarve;
- Seguros de acidentes de trabalho e seguros de responsabilidade civil, Joaquim Baptista, AZIMUTE – Gestão e Mediação de Seguros;
- Campanha de prevenção de riscos profissionais em máquinas e equipamentos de trabalho, Carlos Montemor, Direção de Serviços de Apoio à Atividade Inspetiva de Lisboa;
- Sinalização de Segurança no local de trabalho, João Paulo Janeiro, Sinalux;
- Segurança alimentar, Denise Lopes Cêra, Smart Skills Consulting.

SEGURANÇA DA COMUNIDADE LABORAL E CIVIL

Medidas de Segurança contra Risco de Incêndio

- Projeto e fichas de segurança contra incêndio, Carlos Ferreira de Castro, Action Modulers;
- Erros e omissões na elaboração e implementação de projetos de segurança contra incêndios, António Paulo Varela, Comando Distrital de Operações de Socorro de Faro;
- Segurança contra incêndios em edifícios: riscos elétricos, José Cabeçadas de Jesus, Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços;
- A importância da manutenção e da fiabilidade de sistemas de segurança em edifícios, Paulo da Graça Vasconcelos, SEGMON;
- Exercícios e simulacros, Vilarim Reis, ENGIVILLART.

Meios de Segurança e de Socorro

- A utilização abusiva dos meios de socorro pela população, Paulo Girão, INEM;
- A importância do DAE nas organizações, Gonçalo Aguiar, AMOVIDA;

- A importância da formação para a prevenção dos acidentes de trabalho e doenças profissionais, Elsa Martins, 2Siglas;
- Intervenção e divulgação das forças de segurança e de socorro, Sargento Barreiro, Adjunto do Comando do Posto de Lagoa da GNR, 2.º Comandante Nuno Bento, Bombeiros Voluntários de Lagoa, Magda Gonçalves, Cruz Vermelha Portuguesa – Delegação de Silves-Albufeira, Sota-Patrão, Pedro Nunes Cardoso, Tripulante de Salva-vidas da Estação de Salva-vidas de Ferragudo, incluindo a visita pelos meios exposto no exterior do local.

SEGURANÇA NA VERTENTE CIVIL E DE FORÇAS DE SOCORRO

O terceiro e último dia teve como público-alvo os alunos das escolas básicas do concelho e consistiu na visita aos meios disponíveis pelas diversas entidades e expostos no local, nomeadamente, ambulâncias de socorro, veículo florestal de combate a incêndio, veículo de combate a fogo urbano, veículo de salvamento em grande ângulo, veículo de planeamento de comando e comunicações da Autoridade Nacional da Proteção Civil, posto médico avançado, tendo em vista possibilitar um contacto real com os operacionais e respetivos meios de intervenção, assistindo a demonstrações e formas de atuação.

Estas I Jornadas foram concebidas segundo uma visão estratégia e holística da segurança, nas suas múltiplas componentes – local de trabalho, comunidade laboral e civil e de forças de socorro e de segurança – tendo permitido abordar temas da maior atualidade e alcance, tendo em vista a sustentabilidade e perenidade da vida coletiva a nível local e/ou regional, sendo de referir também a circunstância de se tratar de uma região do País fortemente exposta ao turismo externo e onde as matérias da segurança nas suas vertentes *safety* e *security*, ao constituírem fatores da maior relevância, conferiram também um importante desiderato.

A intervenção do Eng. António Oliveira foi subordinada ao tema "O contributo da Engenharia de Segurança para a sustentabilidade da sociedade" no contexto da qual abordou a natureza e tipologia dos desastres naturais e dos riscos tecnológicos de origem antropogénica, a caracterização do desenvolvimento industrial sustentável, os riscos globais, segundo o *Global Risks 2015-2015* do *World Economic Forum*, e os desafios colocados pelos riscos a nível empresarial e societal, o conceito de Engenharia de Segurança, seus fundamentos e suas componentes, terminando enfatizando o papel da Engenharia de Segurança, a qual ao ser fundada no conhecimento científico, tecnológico e técnico, fornece as ferramentas essenciais à análise e gestão do risco conducentes à garantia da sustentabilidade e segurança dos sistemas vitais da Sociedade. ING

ALICE FREITAS > aafreitas@ordemdosengenheiros.pt

CONFERÊNCIA "SURTO DE LEGIONELLA. CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS"

A Especialização em Engenharia de Climatização da Ordem dos Engenheiros (OE) realizou, em colaboração com as secções nacionais da ASHRAE e da REHVA, uma Conferência no dia 21 de maio, no auditório da OE, em Lisboa, subordinada ao tema "Surto de Legionella. Causas e Consequências".

A sessão foi aberta pela Eng. Serafin Graña, Coordenador da Especialização, que deu conta dos objetivos desta Conferência, com a qual se espera sensibilizar as autoridades e o Governo para a necessidade de "termos legislação que nos obrigue e portaria ou portarias que nos regulamentem". Salientou ainda que isso por si só não chega, sendo necessário que os proprietários, administradores e técnicos tenham uma atitude permanentemente proactiva através da prevenção.

De seguida, o Vice-presidente Nacional da OE, Eng. Carlos Loureiro, enalteceu a importância da iniciativa, a qual permite que a Ordem cumpra uma das linhas orientadoras da sua atividade. A Ordem é olhada, e muito bem, como reguladora da atividade de Engenharia, sendo essa a sua função mais notória, enquanto associação de direito público, mas a valorização dos engenheiros em ações de formação contínua, e outros atos que contribuam para a sua valorização profissional, e o assegurar a intervenção da Engenharia na vida nacional, são também linhas de atuação a que se atribui muita importância na vida da OE. Terminou, referindo o bom exemplo de intervenção das várias instituições, ligadas à saúde e ao ambiente, na informação aos cidadãos e na tranquilização das pessoas tanto quanto era possível.

Após a sessão de abertura deu-se início à primeira parte da Conferência, que contou com apresentações técnicas temáticas e debates intercalares com moderação a cargo dos Engenheiros Serafin Graña e Rui Godinho.

Antes das apresentações técnicas, o Eng. Rui Godinho começou por referir a importância de se fazer este debate, sempre importante e atual e, segundo o seu ponto de vista, oportuno nesta altura, pois decorridos mais de seis meses sobre a ocorrência grave no concelho de Vila Franca de Xira, já há alguma distanciação para se poder falar desapaixonadamente sobre o sucedido, o que não deveria ter acontecido, as medidas que, entretanto, foram ou não tomadas e as que estrategicamente deverão ser tomadas, designadamente as de prevenção, conforme referido pelo Eng. Serafin Graña na sua intervenção. Um dos aspetos que quis salientar também foi a importância de se ter clarificado que a origem da contaminação não era dos sistemas de distribuição de água. Revelou-nos também que a água distribuída no País é 99% segura. Mais salientou que hoje há, nos Planos de Segurança da Água que algumas entidades gestoras estão a desenvolver, a consciência de

que esta matéria relacionada com a Legionella terá de ser obrigatoriamente incluída, nomeadamente, nos indicadores de controlo bacteriológico da água.

Seguiram-se as apresentações técnicas que incidiram sobre relatos factuais, história da Legionelose, também vulgarmente conhecida por Doença dos Legionários, forma de prevenção e controlo, diferentes métodos de análises e aspetos relacionados com a manutenção, limpeza e desinfeção de sistemas e equipamentos.

As apresentações estiveram a cargo da Eng.ª Raquel Rodrigues (INSA), Eng.ª Maria João Benoliel (EPAL), Eng. Ricardo Santos e Dr.ª Filipa Macieira (LAIST), Eng. Camilo Gonçalves (Doya Ambiental) e Marc Blasco (Simbioe e ASHRAE Spain Chapter).

Todas as apresentações foram de grande qualidade, tendo suscitado amplos debates intercalares.

Na segunda parte foi feita a apresentação de mais um manual técnico da REHVA traduzido para português, enquadrado no tema da Conferência e sob o título "*Legionelose. Prevenção em Redes Prediais e Sistema AVAC – Guia Prático de Projeto, Operação e Manutenção para Minimização do Risco*". A apresentação do manual esteve a cargo do Editor principal, Eng. Sérgio La Mura, tendo ficado a apresentação do Editor a cargo do Vice-presidente da REHVA, Eng. Manuel Gameiro. O manual, que foi distribuído a todos os participantes, continuará ao dispor dos interessados na OE.

Seguiu-se um debate alargado, sob a presidência do Bastonário, Eng. Carlos Matias Ramos, com moderação por parte do Eng. Serafin Graña, Coordenador, e Eng.ª Isabel Sarmento, Coordenadora-adjunta da Especialização. O Eng. Serafin Graña lançou alguns tópicos e reflexões para início do debate, nomeadamente, a clarificação dos conceitos de Qualidade do Ar Interior e Qualidade do Ar Exterior, de abrangência distinta mas que terão de estar harmonizados; a necessidade de compatibilização da legislação em vigor, Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto (SCE), Portaria n.º 349-D/2013 de 2 de dezembro (requisitos das instalações) e a "Metodologia de avaliação da qualidade do ar interior de edifícios de comércio e serviços no âmbito da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro", publicada pela APA em fevereiro de 2015; a necessidade

de termos um Decreto-Lei e Portaria ou Portarias que nos obriguem ao cumprimento de determinados parâmetros microbiológicos de qualidade a nível da água e do ar, nomeadamente a Legionella, e questões complementares como seja a necessidade de existência de seguros que cubram acidentes ambientais que englobem a componente microbiológica. Por fim deixou a interrogação se não deveria haver no Ministério Público uma equipa preparada para lidar com as questões ambientais.

Feita esta introdução, a Dr.ª Cátia Sousa Pinto, da Direção-geral de Saúde, apresentou-nos uma visão daquilo que foi o acompanhamento no surto da Doença dos Legionários em Vila Franca de Xira, resultado da colaboração interinstitucional entre os vários Ministérios e Agências, relatando alguns dados e conclusões ainda provisórias até à data de publicação oficial das conclusões pelo Ministério da Saúde. O Dr. Nuno Lacasta, da Agência Portuguesa do Ambiente, deu-nos uma visão sobre os acontecimentos e procedimentos levados a efeito nesse período.

Ao encerrar o debate, a Eng.ª Isabel Sarmento salientou, uma vez mais, a importância da prevenção, dado que é esta a melhor ferramenta com que podemos combater ou minimizar todos os impactos da Legionella. Mais salientou a regressão que houve com

a atual legislação, em relação à anterior, ao deixar de exigir nos edifícios a existência de profissionais qualificados responsáveis pelo funcionamento, com competência em Engenharia, passando a considerar unicamente técnicos de instalação e manutenção. Em sua opinião, definitivamente, é um grande passo atrás.

Por último, o Bastonário da OE, fazendo o balanço da Conferência, referiu que a Ordem ao desenvolver esta iniciativa procurou abordar a temática da Legionella, sem pretender alinhar num modismo ou num oportunismo, tendo unicamente como propósito aproveitar a oportunidade para que se possa alterar a legislação, preencher lacunas e alterar comportamentos de todos os intervenientes. A Ordem tem por missão a defesa do interesse público e estando a Sociedade cada vez mais exigente e menos compreensiva para os erros, competirá à Engenharia, em conjunto com as áreas da saúde, resolver problemas desta natureza de forma construtiva.

> **Todas as apresentações estão disponíveis no Portal do Engenheiro, na área reservada à Especialização em Engenharia de Climatização, em www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/especializacoes/horizontais/ /engenharia-de-climatizacao**

ESPECIALIZAÇÃO EM **ENGENHARIA DE CLIMATIZAÇÃO**

SESSÃO TÉCNICA "A INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NOS EDIFÍCIOS"

A Sede Nacional da Ordem dos Engenheiros (OE), em Lisboa, recebeu, no dia 9 de abril, a Sessão "A Integração de Energias Renováveis nos Edifícios". A iniciativa, organizada pela Especialização em Engenharia de Climatização em colaboração com as secções nacionais da ASHRAE e da REHVA, teve como oradora convidada Sheila J. Hayter, P.E., LEED AP e *Distinguished Lecture* da ASHRAE e investigadora do Centro de Aplicações Integradas do NREL – Laboratório de Energia Renovável do Departamento de Energia (DOE) do Governo dos Estados Unidos da América.

A sessão foi aberta pela Eng.ª Isabel Sarmento, na qualidade de *ASHRAE Portugal Chapter President Elect* e Coordenador-adjunto da Comissão Executiva da Especialização, a que se seguiu a apresentação da atividade do capítulo português, desenvolvida durante os últimos três anos, a cargo do Eng. Serafin Graña, na qualidade

de *ASHRAE Portugal Chapter Technology Transfer Chair* e Coordenador da Especialização.

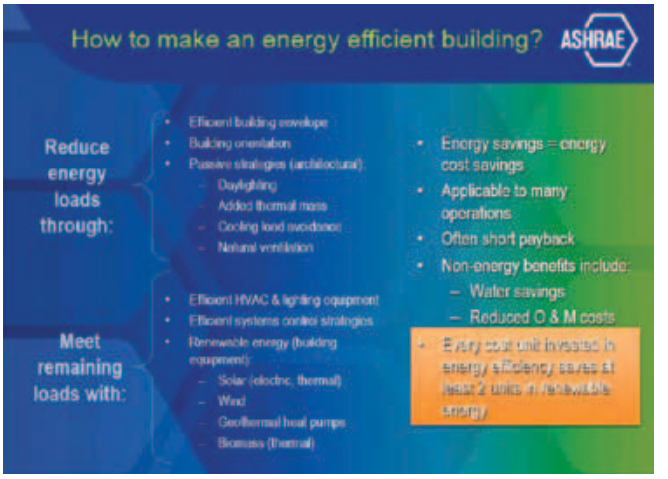
A oradora convidada iniciou a sua apresentação salientando a missão e o contributo que a ASHRAE tem dado ao longo dos anos para o progresso das artes e ciências do setor do aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração, ao serviço da Humanidade e na promoção de um mundo sustentável.

Seguidamente, deu-nos uma breve visão sobre os novos investimentos na indústria de energia renovável e do seu crescimento desde 2002 até 2014, evidenciando um acentuado crescimento entre 2002 e 2011, com um decréscimo entre 2011 e 2013, mas voltando a subir até 2014. Apresentou dados referentes às várias tecnologias renováveis, bem como a sua penetração e progresso nos vários países.

Entre outros dados estatísticos extraídos do NREL, destacou as instalações de produção de energia elétrica obtida a partir de fontes de energia renovável – hídrica, geotérmica, eólica, fotovoltaica (PV), solar térmica aplicada à geração de energia elétrica (STEG) e biomassa – instaladas nos diferentes países dos vários continentes.

Falou-nos também da investigação em curso e dos avanços tecnológicos nos vários domínios das renováveis, nomeadamente nas eólicas, e nos desafios que se colocam no desenvolvimento dos sistemas energéticos em rede (*smart grids*).

Na segunda parte da apresentação, o tema incidiu sobre as fontes de energia renováveis e suas aplicações típicas, bem como as estratégias a seguir na conceção, projeto e instalação em direção aos edifícios que tenham necessidades quase nulas de energia.



Segundo Sheila Hayter, o segredo para a sustentabilidade dos edifícios está no planeamento prévio e na aposta em eficiência energética. O primeiro passo para a sustentabilidade do ambiente construído é sempre, segundo o seu ponto de vista, reduzir o consumo de energia final, já que a eficiência energética se revela duas vezes mais económica do que o investimento em energias renováveis.

Seguiu-se um debate entre o orador e a audiência, tendo a moderação ficado a cargo do *ASHRAE Portugal Chapter Delegate*, Eng. Eduardo Maldonado. A apresentação está disponível no Portal do Engenheiro. ING

ESPECIALIZAÇÃO EM **ENGENHARIA DE CLIMATIZAÇÃO**

CLIMAMED 2015 – VIII CONGRESSO MEDITERRÂNEO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO

Tendo em vista enfrentar o aumento do consumo de energia, tornou-se indispensável o uso de energia renovável. Nos dias de hoje, o aquecimento, a ventilação e ar condicionado, estão a assumir uma parte importante do consumo total de energia dos edifícios em todo o Mundo. O aproveitamento das fontes renováveis de energia pode ser fundamental para limitar a proliferação de emissões de gases de efeito estufa. A AICVF – Associação Francesa de Engenheiros em Climáticas, Ventilação e Refrigeração, conjuntamente com a AICARR (Itália), a APIRAC (Portugal), a ATECYR (Espanha) e a TTMD (Turquia), organiza a 8.ª edição do CLIMAMED, com o objetivo principal subordinado ao "Desempenho Energético Sustentável dos Edifícios". Para além da presença de oradores internacionais, decorrerá um interessante conjunto de *workshops*. O CLIMAMED terá lugar nos dias 10 e 11 de setembro de 2015 em França.

> **Mais informações disponíveis em www.climamed15.eu**

ENGENHARIA QUÍMICA E BIOLÓGICA

ZEÓLITOS HIERÁRQUICOS: DE CURIOSIDADE LABORATORIAL À PRÓXIMA GERAÇÃO DE CATALISADORES INDUSTRIAIS

A. MARTINS[1,2] • **N. NUNES**[1,2] • **A.P. CARVALHO**[2,3]

1 ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA QUÍMICA, INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, Rua Conselheiro Emídio Navarro 1, 1959-007 Lisboa, Portugal

2 CENTRO DE QUÍMICA E BIOQUÍMICA, FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA, 1749-016 Lisboa, Portugal

3 DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOQUÍMICA, FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA, 1749-016 Lisboa, Portugal

amartins@deq.isel.ipl.pt • nnunes@deq.isel.ipl.pt • apcarvalho@fc.ul.pt

RESUMO

Os zeólitos são materiais com uma vasta aplicação como catalisadores, mas a presença exclusiva de microporos limita a sua utilização em processos que envolvem moléculas de grandes dimensões. A produção de zeólitos hierárquicos, com um sistema multimodal micro + mesoporos, ultrapassou já a barreira do interesse académico, fazendo já parte de uma nova geração de catalisadores industriais.

ABSTRACT

Hierarchical zeolites: from laboratory curiosity to the next generation of industrial catalysts

Zeolites are inorganic materials with a wide range of applications as catalysts, but the sole presence of micropores limits their use in processes involving large molecules. The production of hierarchical zeolites, with a micro + mesopore multimodal system, is no longer a solely academic interest as the solids are considered a new generation of industrial catalysts.

Os zeólitos são aluminossilicatos cristalinos conhecidos desde 1756, quando o zeólito natural estilbite foi identificado pelo mineralogista sueco Crönsted. Estes minerais permaneceram como curiosidades mineralógicas e apenas conheceram uma evolução notável por volta de 1950 quando se iniciou a produção de zeólitos sintéticos [1]. Quimicamente os zeólitos são constituídos por tetraedros de SiO_4 e AlO_4 ligados entre si pelos átomos de oxigénio, que são partilhados por tetraedros consecutivos (Figura 1A, 1B). Pela ligação entre tetraedros originam-se redes com canais e aberturas de dimensão uniforme (Figura 1C). Como a unidade que contém o Al como átomo central tem carga negativa é necessária a presença de um ião de carga positiva, designado por catião de compensação, para garantir a eletroneutralidade da estrutura. Na Natureza o tipo de catião de compensação mais comum é o sódio (Na^+). Quando se pretende usar os zeólitos como catalisadores geralmente faz-se a permuta do Na^+ por H^+, que confere acidez aos zeólitos, a

Estilbite

Foto: D.R.

qual está relacionada com a atividade catalítica destes materiais [1]. De acordo com a International Zeolite Association (IZA) [2], atualmente estão catalogados mais de 220 estruturas, entre zeólitos naturais e sintéticos, sendo que estes últimos predominam largamente. Do ponto de vista microscópico os zeólitos apresentam-se sob a forma de pequenos cristais na ordem do mícron (1×10^{-6} m) (Figura 1D). Apesar de os zeólitos sintéticos serem produzidos sob a forma de um pó, dependendo das aplicações podem ser transformados em esferas, extrudidos, etc. (Figura 1E).

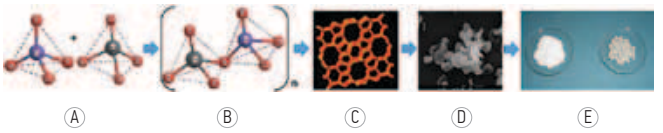


Figura 1 – **Zeólitos desde as unidades estruturais até à forma final comercial**

As aplicações dos zeólitos podem agrupar-se em três grandes áreas principais: catálise heterogénea, adsorção e permuta iónica, para além de outras aplicações menos comuns (Figura 2).

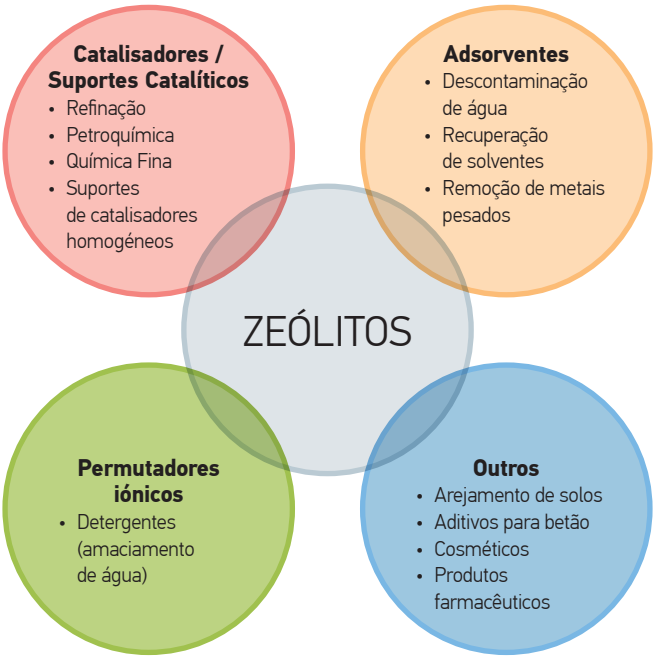


Figura 2 – **Aplicações dos zeólitos**

A maior aplicação dos zeólitos em termos mássicos (cerca de 70%) é na produção de detergentes, tendo por função o amaciamento da água de lavagem. No entanto, as utilizações mais importantes em termos de valor acrescentado são no domínio da catálise. Na verdade, de acordo com os dados da OCDE, 30% a 40% do PIB dos países desenvolvidos depende direta ou indiretamente da catálise, uma vez que os catalisadores são usados em mais de 80% dos processos da indústria química [1].

A utilização de zeólitos como catalisadores é uma consequência das propriedades únicas apresentadas por estes materiais (Figura 3).

Das propriedades mais importantes destaca-se a elevada atividade catalítica e a seletividade para um determinado produto de interesse. Se a atividade é determinada pela presença de centros ativos intrínsecos que são responsáveis pela acidez dos zeólitos, a seletividade deve-se à presença de microporos (diâmetro médio compreendido entre 0,25 e 1,5 nm) que tem um efeito benéfico para várias reações catalíticas, sendo um exemplo típico a isomerização de xilenos na presença do zeólito ZSM-5. Existem, no entanto, outros casos onde a microporosidade dos zeólitos retarda, ou mesmo impede, o acesso de algumas moléculas mais volumosas aos centros ativos que se encontram no interior dos microporos. Para ultrapassar esta limitação foram desenvolvidos vários métodos no sentido de criar estruturas com sistemas porosos multimodais, isto é, zeólitos com porosidade hierárquica micro + mesoporos que aliem as propriedades intrínsecas dos zeólitos a uma melhoria de transporte molecular e acesso aos centros ativos.

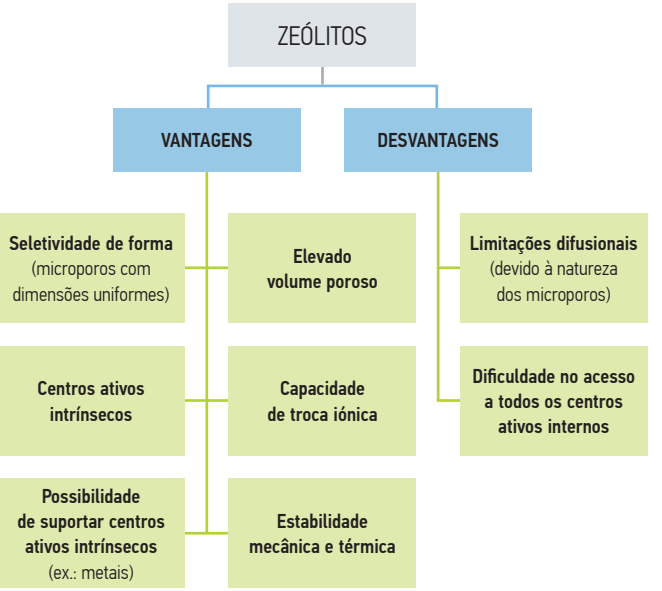


Figura 3 – **Principais vantagens e desvantagens na utilização de zeólitos como catalisadores**

As estratégias usadas na produção de zeólitos hierárquicos podem, genericamente, dividir-se em dois grupos: estratégias *bottom-up* e *top-down* (Figura 4).

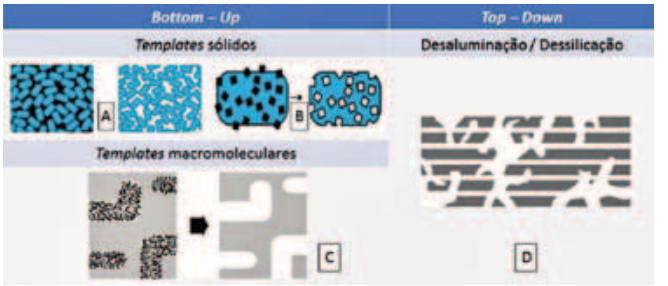


Figura 4 – **Estratégias usadas na criação de zeólitos hierárquicos**

ESTRATÉGIAS *BOTTOM-UP*: MESOPOROSIDADE GERADA DURANTE A SÍNTESE

As estratégias *bottom-up* englobam métodos para a geração de mesoporosidade durante a síntese do zeólito. Os mais comuns envolvem a utilização de *templates* ou agentes estruturantes que →

podem ser sólidos ou macromoléculas. Em qualquer dos casos, após a síntese do zeólito é feita a combustão controlada do *template*, ficando assim vazios os locais onde este anteriormente se alojava, expondo desta forma os mesoporos e mantendo os microporos originais da estrutura zeolítica.

Os *templates* sólidos mais comuns são partículas de carvão finamente divididas, nomeadamente negros de fumo ou, em alternativa, nanotubos ou nanofibras de carbono e ainda microesferas de polímeros. A aplicação de alguns materiais biológicos tem também vindo a ser divulgada, como a celulose [3] e o amido [4], ou ainda soluções mais criativas como a utilização de bactérias [5]. Qualquer que seja o agente estruturante usado o método de adição do *template* ao gel de síntese do zeólito dará origem a materiais com propriedades distintas: i) nanocristais com mesoporosidade intercristalina [6] e ii) cristais de maiores dimensões com mesoporos intracristalinos [7]. No primeiro caso faz-se a impregnação do gel de síntese do zeólito no *template* finamente dividido. Durante a etapa de cristalização do zeólito os cristais formam-se nos espaços livres entre as partículas do agente estruturante, ficando a dimensão dos cristais confinada aos espaços livres existentes, originando cristais de dimensão manométrica (1×10^{-9} m) (Figura 4A). A mesoporosidade resulta da aglomeração dos nanocristais, designando-se assim por intercristalina. Em alternativa pode ser adicionado um excesso de gel de síntese do zeólito relativamente ao *template*. Neste caso os cristais crescem em torno das partículas do estruturante, encapsulando-as, o que leva à obtenção de cristais de maior dimensão com mesopororos no interior dos cristais (Figura 4B).

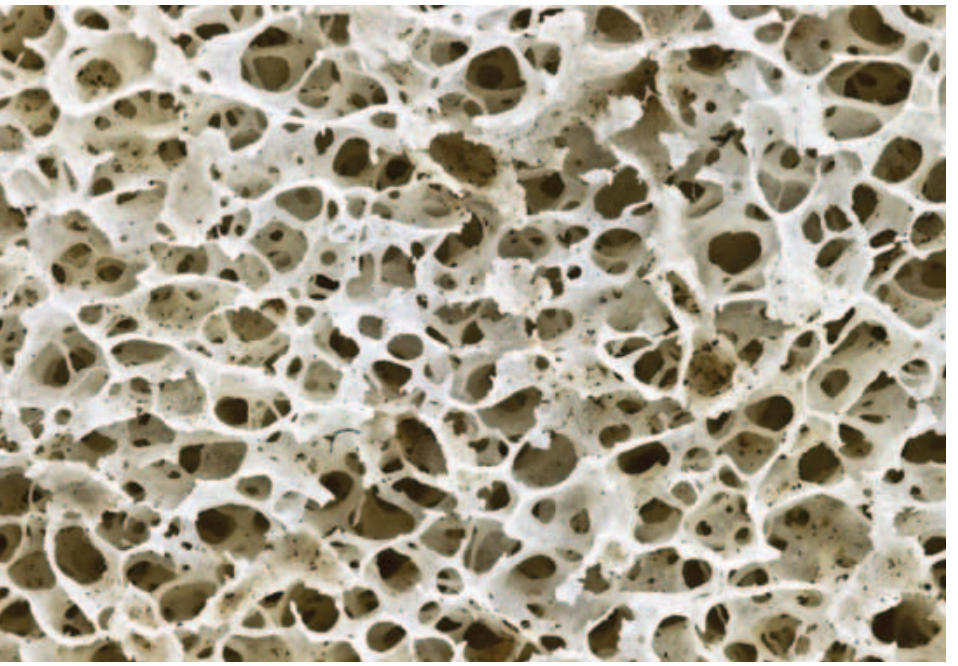


Foto: D.R.

Compósito artificial

Os agentes estruturantes podem ser também macromoléculas, isto é, moléculas de grandes dimensões, sendo as mais comuns moléculas surfactantes [8]. Estas, pelo facto de terem na sua constituição uma parte polar e outra apolar, quando em contacto com o gel de síntese do zeólito, tendem a organizar-se sob a forma de micelas. Com a utilização destes agentes estruturantes é possível modular a dimensão dos mesoporos bastando para isso escolher a macromolécula com tamanho adequado (Figura 4C). No entanto, a aplicação deste método pode ficar limitada pela estabilidade da macromolécula, bem como pelo tipo de interação que se estabelece entre o *template* e o gel de síntese do zeólito, o que nem sempre é conseguido, levando à obtenção de materiais com fases texturais separadas, isto é, uma fase microporosa e outra mesoporosa.

ESTRATÉGIAS *TOP-DOWN*: MESOPOROSIDADE GERADA APÓS A SÍNTESE

Uma estratégia alternativa para a criação de estruturas hierárquicas consiste na implementação de tratamentos realizados sobre zeólitos já sintetizados, designando-se assim por tratamentos pós-síntese. A vantagem deste tipo de abordagem reside na utilização de zeólitos comerciais, muitos deles já com aplicação industrial, podendo assim alterar-se as suas propriedades texturais de modo simples e pouco dispendioso. Os métodos pós-síntese englobam, de uma maneira geral, a desaluminação e a dessilicação.

A modificação de zeólitos por desaluminação é um procedimento que tem vindo a ser praticado desde os anos sessenta numa grande variedade de estruturas zeolíticas e consiste na remoção seletiva de Al da rede estrutural do zeólito [9]. Estes tratamentos foram originalmente desenvolvidos tendo por objetivo controlar a concentração e a força dos centros ácidos em zeólitos com baixa razão Si/Al. Verificou-se, no entanto, que conduziam também a uma maior estabilização das estruturas zeolíticas bem como ao desenvolvimento de mesoporosidade (Figura 4D).

Os tratamentos de dessilicação são mais recentes que os de desaluminação, reportando os primeiros estudos ao ano 2000 [10] e desde então têm-se tornado muito populares, sendo atualmente o tipo de estratégia mais usada na criação de estruturas zeolíticas hierárquicas. Experimentalmente, trata-se de procedimentos muito simples no qual o zeólito é posto em contacto com uma solução alcalina, geralmente hidróxido de sódio (NaOH), provocando a remoção seletiva de átomos de Si da rede estrutural do zeólito, gerando mesoporos (Figura 4D). Apresenta como vantagem, relativamente à desaluminação, o facto de, em condições controladas, ser possível manter as propriedades ácidas originais dos zeólitos, o que é particularmente importante em aplicações catalíticas que exigem uma elevada acidez dos zeólitos. O grau de extensão da mesoporosidade criada depende das condições operacionais usadas, nomeadamente a concentração do meio alcalino, a temperatura e a duração do tratamento. A facilidade de execução destes tratamentos, aliada à sua flexibilidade, levou à ampliação destes tratamentos a várias combinações possíveis, nomeadamente i) utilização da radiação micro-ondas como fonte de aquecimento [11], ii) combinação de tratamentos alcalinos e ácidos, com extração simultânea de Si e de Al da rede estrutural do zeólito o que permite modular a porosidade e a acidez da estrutura zeolítica [12], ou iii) utilização de macromoléculas em meio

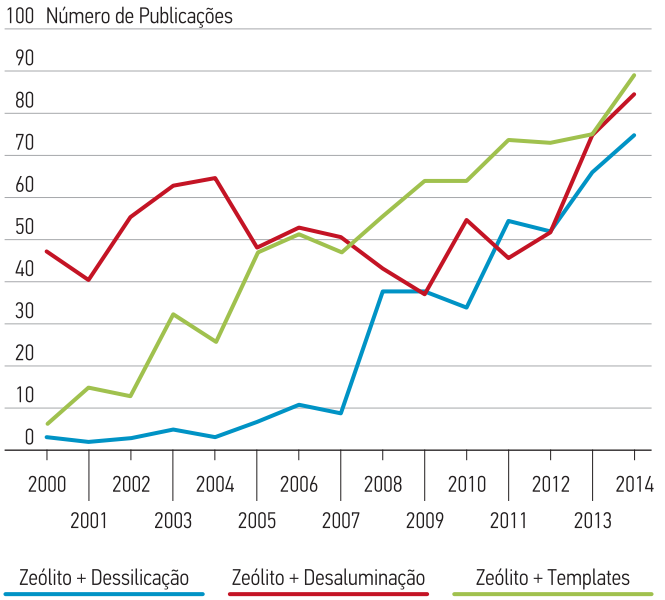


Figura 5 – **Evolução do número de publicações relativas a zeólitos hierárquicos no período compreendido entre 2000 e 2014**
Fonte: ISI Web of Knowledge, Fevereiro 2015

alcalino. Neste caso, o uso de macromoléculas como *templates* num tratamento pós-síntese tem permitido obter um maior controle da mesoporosidade gerada nas estruturas zeolíticas [13].

APLICAÇÕES CATALÍTICAS DOS ZEÓLITOS HIERÁRQUICOS

A preparação de zeólitos hierárquicos é uma área de intensa investigação, atraindo a atenção de um elevado número de grupos de investigação em todo o Mundo. Na Figura 5 apresenta-se a evolução do número de publicações no período compreendido entre 2000 e 2014, destacando-se o crescimento acentuado nos últimos cinco anos, independentemente do tipo de estratégia usada: *bottom-up* (Zeólito + *Templates* sólidos e macromoleculares) ou *top-down* (Zeólito + Dessilicação; Zeólito + Desaluminação).

Os zeólitos hierárquicos têm uma aplicação industrial comprovada no caso particular do zeólito Y que é o catalisador usado no *cracking* catalítico (*Fluid Catalytic Cracking* – FCC). Neste caso, a mais-valia do tratamento de desaluminação não fica a dever-se, por si só, à geração de mesoporosidade, mas principalmente às alterações na acidez e estabilidade da rede estrutural do zeólito, dando origem ao zeólito Y ultra-estável – USHY.

Relativamente às outras estratégias para o desenvolvimento de estruturas hierárquicas, os primeiros trabalhos publicados revestiam-se essencialmente de interesse académico, no sentido da exploração e otimização das condições operacionais que deveriam ser aplicadas a cada estrutura zeolítica com vista ao desenvolvimento de mesoporosidade, sem grande enfoque na sua aplicação como catalisadores. No entanto, a barreira entre o interesse puramente académico e a utilização industrial foi ultrapassada com os primeiros estudos direcionados para a aplicação dos zeólitos hierárquicos em reações de interesse industrial, em petroquímica [14], ou em refinação [13] [15]. Paralelamente à investigação académica foram feitas as primeiras tentativas de produção em larga escala de zeólitos hierárquicos. Em 2007 foi tentada, com sucesso, a extrapolação da escala laboratorial para um reator de 1,5 m^3 tendo-se observado reprodutibilidade quando se passou de uma quantidade produzida da ordem de gramas para a de quilogramas [16]. Numa perspetiva mais ambiciosa foi fundada em 2006 a empresa Rive Technology Inc., nos Estados Unidos da América, com o objetivo de produzir várias estruturas zeolíticas hierárquicas em larga escala. Devido à grande importância do zeólito Y em processos de refinação foi esta a estrutura que se mostrou mais promissora, tendo passado por uma fase de ensaio à escala piloto onde se observou que a utilização deste catalisador com porosidade hierárquica apresentava um desempenho superior no reator de *cracking* catalítico (FCC), evidenciando uma maior estabilidade e maior rendimento nos componentes da gasolina, e, simultaneamente, menos produtos residuais e coque, comparativamente ao catalisador usado habitualmente na refinaria. Este comportamento foi atribuído à existência de mesoporos no catalisador que facilitam o transporte e acesso aos centros ativos de moléculas de maiores dimensões que compõem a alimentação do reator [17]. Os resultados obtidos levaram a que a Rive Technology esteja atualmente encarregue do fornecimento contínuo de catalisador ao reator de FCC de uma refinaria americana desde abril de 2013.

Outras potenciais aplicações estão a ser exploradas no domínio da refinação de petróleo, como, por exemplo, o *hydrocracking*, particularmente relevante na produção de gasóleo, ou mesmo outras aplicações menos usuais como a pirólise de biomassa, transesterificação de óleos vegetais ou conversão de metanol em hidrocarbonetos, isto é, uma variedade de reações catalíticas onde a limitação ao transporte molecular, que constituía uma barreira à utilização dos zeólitos, pode agora ser ultrapassada esperando-se um futuro promissor na utilização de zeólitos hierárquicos num elevado número de aplicações industriais em larga escala [18]. ING

REFERÊNCIAS

[1] J.L. Figueiredo, F. Ramôa Ribeiro, Catálise Heterogénea, 2.ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Serviço de Educação e Bolsas, Lisboa, 2007.

[2] www.iza-online.org/, acedido em janeiro 2015.

[3] A.G. Dong, Y.J. Wang, Y. Tang, N. Ren, Y.H. Zhang, J.H. Yue, Z. Gao, Adv Mater 14 (2002) 926-929.

[4] B.J. Zhang, S.A. Davis, S. Mann, Chem Mater 14 (2002) 1369-1375.

[5] B.J. Zhang, S.A. Davis, N.H. Mendelson, S. Mann, Chem Commun (2000) 781-782.

[6] C. Madsen, C.J.H. Jacobsen, Chem Commun (1999) 673-674.

[7] C.J.H. Jacobsen, C. Madsen, J. Houzvicka, I. Schmidt, A. Carlsson, J Am Chem Soc 122 (2000) 7116-7117.

[8] J.S. Beck, J.C. Vartuli, G.J. Kennedy, C.T. Kresge, W.J. Roth, S.E. Schramm, Chem Mater 6 (1994) 1816-1821.

[9] C.V. McDaniel, P.K. Maher, in: J.A. Rabo (Ed.), Zeolite Chemistry and Catalysis (ACS Monograph 171), American Chemical Society, Washington D. C., 1976, pp. 285-299.

[10] M. Ogura, S.Y. Shinomiya, J. Tateno, Y. Nara, E. Kikuchi, H. Matsukata, Chem Lett (2000) 882-883.

[11] V. Paixao, R. Monteiro, M. Andrade, A. Fernandes, J. Rocha, A.P. Carvalho, A. Martins, Appl Catal A-Gen 402 (2011) 59-68.

[12] V. Machado, J. Rocha, A.P. Carvalho, A. Martins, Appl Catal a-Gen 445 (2012) 329-338.

[13] J. Garcia-Martinez, K. Li, G. Krishnaiah, Chem Commun 48 (2012) 11841-11843.

[14] Z. Musilova, N. Zilkova, S.E. Park, J. Cejka, Top Catal 53 (2010) 1457-1469.

[15] R. Monteiro, C.O. Ania, J. Rocha, A.P. Carvalho, A. Martins, Applied Catalysis A: Gen. 476 (2014) 148-157.

[16] J.C. Groen, J.A. Moulijn, J. Perez-Ramirez, Ind Eng Chem Res 46 (2007) 4193-4201.

[17] J. Garcia-Martinez, M. Johnson, J. Valla, K.H. Li, J.Y. Ying, Catal Sci Technol 2 (2012) 987-994.

[18] K.H. Li, J. Valla, J. Garcia-Martinez, Chemcatchem 6 (2014) 46-66.

ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

VENTILAÇÃO ADEQUADA DOS POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO: AUMENTAR OU REDUZIR AS ABERTURAS?

JOSÉ GERIA • EDP DISTRIBUIÇÃO – PORTUGAL • jose.geria@edp.pt
ADELINO PEREIRA • INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA • ajcp@isec.pt
TELMO SANTIAGO • EDP DISTRIBUIÇÃO – PORTUGAL • telmo.santiago@edp.pt
RITA MONTEIRO • INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA • rmfm@isec.pt
RUI LOURENÇO • EME2-EDP/EFACEC • ruijorge.lourenco@edp.pt
FRANCISCO BARROSO • INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA • fmlbarroso@gmail.com

RESUMO

O tema da ventilação nos Postos de Transformação do tipo cabina assenta no princípio generalizado de que quanto mais ventilação existir, melhor será o seu desempenho. Este artigo aborda este assunto com base numa investigação que correlaciona a ventilação com as variações de temperatura e humidade que ocorrem no interior dos Postos de Transformação e como estas grandezas podem influenciar a durabilidade do equipamento de média tensão.

ABSTRACT

Convenient Ventilation of Secondary Substation: increase or decrease the openings?

The subject matter of ventilation in cabin type of secondary substation MV/LV became widespread in the principle that as more ventilation in the substation, the better for its performance. This paper approach this matter based upon an investigation that correlate the ventilation with the variations of the temperature and humidity that occur in the interior of the secondary substation and how these magnitude can influence the durability of medium voltage equipment.

Foto: D.R.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista construtivo, as cabinas de construção em alvenaria são dotadas de aberturas de ventilação com níveis de altura diferentes de modo a proporcionar a circulação de ar entre o interior e o exterior.

Tipicamente, existe no seu interior o equipamento elétrico de MT/ /BT (caso de estudo 30kV/0.4kV), o transformador de potência, o equipamento de corte com abertura no ar e o quadro geral de baixa tensão.

O transformador de potência é o elemento que mais calor produz no interior da cabina: este é transferido pela sua superfície de refrigeração para o meio ambiente circundante, sendo transferido para o exterior pela ventilação natural originada pelas aberturas. Esta ventilação é traduzida num caudal de ar cuja variação está dependente da variação de carga do transformador de potência, da

diferença de temperatura entre o interior e o exterior e do tamanho, tipo e posição das aberturas.
A orientação e características da envolvente da cabina têm a sua contribuição para o nível de capacidade térmica e performance da ventilação, que quando combinado com o efeito do vento podem proporcionar um aumento ou diminuição da ventilação no seu interior.
Neste trabalho será identificado qual o problema existente e as suas implicações sobre o equipamento de MT, o cálculo teórico do caudal de ar, a análise de campo, a aquisição e análise dos dados registados e, finalmente, as conclusões.

ASPETOS TÉCNICOS

As aberturas são tipicamente dimensionadas para a dissipação de calor dos transformadores com potência máxima de 630kVA [1], considerando o seu funcionamento em regime de carga nominal no período de verão.
Na área operacional em estudo os dados recolhidos mostram o seguinte: a quantidade de instalações que funcionam com uma carga média inferior ou igual a 50% corresponde a 18% do total (Tabela 1).

Tabela 1 **Distribuição por intervalos de carga [3]**

Valor / Carga	10%	20%	30%	40%	50%
Quantidade Instalações	98	83	66	101	119
Total Instalações	467 (18%)				

Nestas condições é de esperar que a temperatura no interior da cabina seja inferior ao previsto no projeto inicial e que a humidade relativa possa ser influenciada atingindo valores mais elevados. Esta situação continuada conduz a efeitos secundários indesejáveis que ocorrem nos equipamentos, tais como descargas parciais e efeito de coroa nos isoladores que ao longo do tempo provocam a degradação do equipamento de MT, conforme foi descrito em publicação anterior [2].

CÁLCULO DO CAUDAL DE AR

O efeito da ventilação na cabina tem como origem os três fatores anteriormente referidos. O calor produzido pelo transformador de potência necessita de um determinado caudal de ar Q_{Diss} para dissipar o calor em função das perdas em vazio P_0, perdas por efeito de Joule P_{cu}, da sua carga C e da diferença de temperatura entre o interior e o exterior ΔT sendo dado pela expressão [4]:

$$Q_{Diss} = \frac{P_0 + C^2 P_{cu}}{1.16 \Delta T}$$

A renovação de ar no interior da cabina realiza-se devido à diferença de pressão entre o interior e exterior que resulta da diferença de densidade do ar e tem como origem a diferença de temperatura. Estes fatores dão origem à ventilação natural, cujo caudal produzido Q é função do coeficiente de descarga das aberturas C_d, da área total da abertura de entrada e de saída A, da aceleração da gravidade g, da diferença de altura entre as aberturas H e da temperatura no interior e no exterior da cabina, sendo dado pela expressão [5]:

$$Q = C_d A \sqrt{2 g H \frac{T_i - T_0}{T_i}}$$

A regulação do caudal pretendido é realizada pela regulação das áreas das aberturas, permitindo o escoamento de calor quando em excesso devido ao efeito do diferencial de temperatura. Por outro lado, a diminuição das áreas das aberturas permite aumentar a estabilidade térmica da cabina através do efeito da regulação, contribuindo assim para a redução das variações acentuadas da temperatura no interior.

ANÁLISE DE CAMPO

É importante na análise da ventilação no interior da cabina do Posto de Transformação obter medições no que diz respeito à temperatura e humidade. Assim, foi projetado e montado um equipamento eletrónico de aquisição e armazenamento de medidas para adquirir esses dados de uma forma contínua.
Este equipamento foi montado em dois Postos de Transformação. O primeiro com obstrução das aberturas em 80% do valor nominal, através da aplicação de placas de acrílico, ajustada para o regime de carga típico no período de inverno. Esta instalação apresenta o equipamento de MT em bom estado de conservação. O segundo, com as aberturas no valor nominal, apresenta danos no equipamento que implicam a sua substituição imediata.
Os Postos de Transformação têm o mesmo tipo de construção (convencional em alvenaria) e situam-se na mesma zona, a 500m de distância um do outro.

Figura 1 – **Equipamento eletrónico de aquisição e armazenamento de medidas**

O equipamento de aquisição e armazenamento de medidas tem como base uma unidade central onde são efetuados registos a cada 15 minutos da informação lida por sensores, que estão colocados no interior do Posto de Transformação ao nível do equipamento de MT e no exterior na fachada da cabina.
Foram utilizadas placas eletrónicas Arduino (Board Model Uno R2) programadas para permitir a parametrização e registo de informação. Os dados são armazenados em cartão de memória (SD 2GB), ficando facilitado o acesso aos registos.
A precisão dos valores medidos tem uma tolerância de +/-0,2% para a temperatura e +/-2% para a humidade.

DADOS DO TERRENO

Os dados registados foram recolhidos semanalmente e a informação foi graficamente analisada. As Figuras 2 e 3 representam os dados correspondentes a várias grandezas registadas numa semana com tempo de chuva durante um período típico de inverno compreendido entre as datas de 01/04/2014 e 05/04/2014.

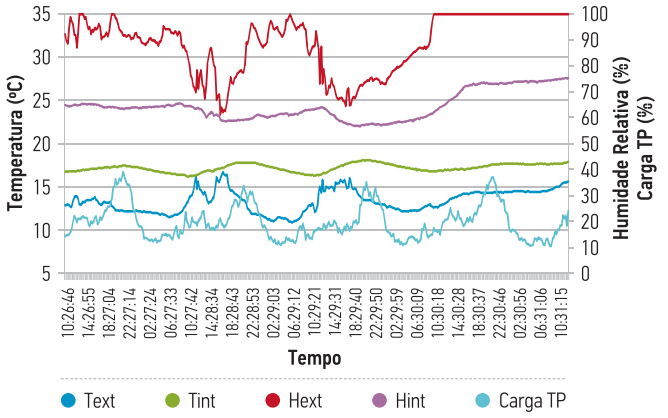


Figura 2 – **Dados obtidos do Posto de Transformação com regulação de aberturas em 80% do valor nominal**

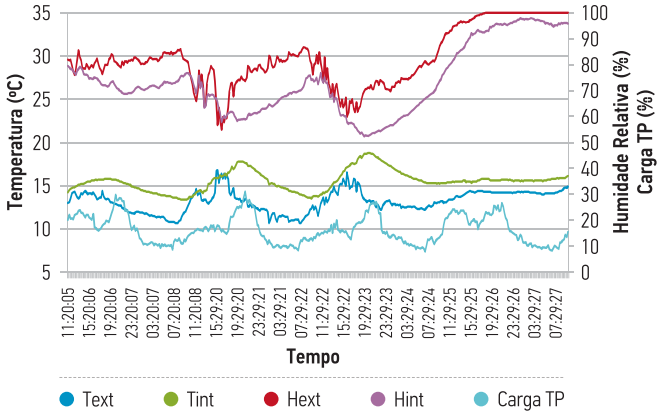


Figura 3 – **Dados obtidos do Posto de Transformação com aberturas no valor nominal**

ANÁLISE DOS DADOS

Da análise dos gráficos verifica-se que no Posto de Transformação com as aberturas ajustadas, a temperatura no interior varia entre os 16 e 18ºC apresentando uma maior estabilidade ao longo do tempo, o que influencia diretamente a estabilidade da humidade relativa que tem valores entre os 56% e o máximo de 75%. Este valor é atingido durante o período em que no exterior se observa uma maior percentagem de humidade. O regime de carga do transformador tem um valor médio de 20% e a ponta de carga que coincide com os pontos de maior temperatura, contribuem para a estabilidade da temperatura verificada no interior da cabina.

No Posto de Transformação com as aberturas no valor nominal a variação da temperatura no interior tem uma maior oscilação a variar entre os 13ºC e os 18ºC. Esta é mais influenciada pela variação da temperatura exterior. O regime de carga do transformador tem um valor médio de 16% e as pontas de carga elevam a temperatura do interior para valores idênticos aos verificados no caso anterior. A humidade relativa também apresenta uma maior oscilação com valores entre 53% e 98% e o seu valor médio é superior. Verifica-se que a humidade relativa no interior atinge valores elevados quando no exterior também se atinge o valor máximo.

Em ambos os gráficos verifica-se que sempre que a temperatura sobe no interior provoca claramente uma diminuição do nível da humidade relativa.

CONCLUSÕES

Este estudo abordou a análise da ventilação em dois Postos de Transformação de 30kV num período de inverno, através dos dados registados nas instalações. Os dados continuam a ser recolhidos para posterior análise no período de verão.

Durante o período de inverno, o Posto de Transformação com ajuste nas aberturas de ventilação tem melhor comportamento do ponto de vista da estabilidade térmica, em comparação com o Posto de Transformação com as aberturas no valor nominal. Os dados recolhidos permitem verificar que existindo a capacidade de se proceder ao ajuste das aberturas de ventilação é possível atingir um valor de temperatura mais estável e independente da oscilação observada no exterior.

O calor produzido pelo transformador de potência, ao ser aproveitado para elevar e manter os valores de temperatura estáveis no interior da cabina, contribui para a redução dos níveis de humidade relativa.

Grandes variações de temperatura no interior da cabina podem ainda facilitar a formação do ponto de orvalho.

Períodos prolongados com níveis de humidade elevados contribuem para acelerar o envelhecimento e a degradação do equipamento, que quando em conjunto com descargas parciais e ionização resultam em reações químicas corrosivas no equipamento de MT.

A regulação da ventilação pode ser dimensionada para o regime de carga habitual e calculada para o período de inverno, com a exceção de zonas específicas, como sendo as balneares, em que deve ser considerado o cálculo para o período de verão.

O cálculo teórico permite determinar qual o valor da regulação das aberturas a aplicar em cada Posto de Transformação, sendo a sua implementação de baixo custo.

A identificação dos Postos de Transformação com baixos níveis de carga do transformador de potência pode ser contemplada com este tipo de ação, podendo ser considerada como ação de manutenção preventiva. ING

REFERÊNCIAS

[1] EDP Distribuição: "Postos de Transformação MT/BT de Distribuição Pública", Agosto 2004, 1.ª Edição, DMA-C13-910/N.

[2] J. Geria, P. Cristino, C. Santos, T. Santiago: "MV/LV Substations-Solutions to improve the technical quality of service", June 2013 Stockholm, CIRED.

[3] EDP Distribuição: "SIT - Sistema Informação técnica", 2014.

[4] E. R. Oliva: "Transformadores de potência, medida e proteção", 1975, 3.ª Edição, Marcombo-Barcelona.

[5] Etheridge, Sandberg: "Building Ventilation - Theory and Measurement", 1996, 1st Edition, Wiley & Sons.

AÇÃO DISCIPLINAR

CONSELHO DISCIPLINAR DA REGIÃO CENTRO
RELATÓRIO DE ATIVIDADE DO ANO DE 2014

1. INTRODUÇÃO

O Conselho Disciplinar da Região Centro, eleito para o triénio 2013-2016, é constituído pelos seus membros eleitos Eng.ª Isabel Lança, Eng. Armando Agria e Eng. Luís Serra e Silva, tendo tomado posse a 3 de abril de 2013.

2. APOIOS

O Conselho Disciplinar da Região Centro continuou a contar com o imprescindível apoio jurídico da Dr.ª Fátima Álvares da Cunha, contratada pelo Conselho Diretivo da Região Centro da Ordem dos Engenheiros, bem como manteve o indispensável apoio de secretariado dado pelo Eng. António Paula Santos, funcionário da Região Centro da Ordem dos Engenheiros.

3. REUNIÕES

Durante todo o ano de 2014, o Conselho Disciplinar da Região Centro reuniu com uma periodicidade mensal, à exceção dos meses de agosto e novembro, levando a efeito dez reuniões.

4. PROCESSOS APRECIADOS

4.1. DA TRAMITAÇÃO DOS PROCESSOS

Aos cinco processos transitados de 2013 juntaram-se sete participações apresentadas em 2014, totalizando 12 processos a apreciar. No ano de 2014 foram tomadas oito decisões sobre processos, transitando para 2015 quatro processos.

4.2. DAS DECISÕES

Dos oito processos apreciados resultaram oito acórdãos, que aplicaram as seguintes sanções:

- Quatro Advertências;
- Uma Censura Registada;
- E a decisão de arquivamento em três dos processos.

5. RECURSOS INTERPOSTOS DE DECISÕES DO CONSELHO DISCIPLINAR

Das decisões do Conselho Disciplinar da Região Centro, no ano de 2014, foram interpostos dois recursos (decisões de Censura Registada e Advertência), tendo sido um deles indeferido (Censura Registada), por não apresentação de alegações, e o outro seguido para o Conselho Jurisdicional, o que evidencia o reconhecimento da importância e rigor do procedimento disciplinar levado a cabo por este Conselho.

6. CONCLUSÃO

É de registar que, cada vez mais, as participações apresentadas têm tido acompanhamento de juristas, evidenciando estes uma postura ao mesmo tempo interessada e de análise formal e processual pormenorizada, com exposições, alegações e pedidos de esclarecimento, levando a nossa abordagem e apreciação dos casos a níveis consideráveis de cuidado, rigor e objetividade.

Tem este Conselho tido a preocupação de proceder a avaliação de processos e a tomadas de decisão não só com celeridade, mas também com alicerçada fundamentação dos respetivos acórdãos.

Esta metodologia tem levado a uma recuperação quanto aos prazos de tramitação processual e ao reconhecimento de um trabalho digno e de prestígio para a Ordem dos Engenheiros, muito contribuindo para tal resultado a dedicação e esforço de todos, em especial da Dr.ª Fátima Álvares da Cunha no apoio jurídico a este órgão.

Em conclusão, sublinhamos:

- Foram apreciados 66,7% dos processos patentes;
- Foram aplicadas sanções em 62,5% dos processos apreciados;
- Houve redução do número de processos transitados em 20%;
- Somente 12,5% dos acórdãos foram alvo de recurso. ING

LEGISLAÇÃO

ADMINISTRATIVO

» Decreto-Lei n.º 47/2015 de 09 de Abril
Procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 223/2000, de 9 de setembro, que criou a Agência para a Energia (ADENE).

AMBIENTE

» Resolução da Assembleia da República n.º 32/2015 de 01 de Abril
Recomenda ao Governo orientações atinentes ao processo de transposição da Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho que altera a Diretiva 2001/18/CE, de 12 de março, no que se refere à possibilidade de os Estados-membros limitarem ou proibirem o cultivo de organismos geneticamente modificados (OGM) no seu território.

» Decreto-Lei n.º 48/2015 de 10 de Abril
Procede à sexta alteração ao Decreto-Lei n.º 355-A/97, de 20 de dezembro, no sentido da introdução de regras no domínio das especificações técnicas, na qualificação de operadores de gestão de resíduos de embalagens, na metodologia para a definição dos modelos de cálculo de valores de contrapartidas financeiras e na atualização das capitações e das objetivações dos sistemas de gestão de resíduos urbanos.

» Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2015 de 14 de Abril
Reestrutura o Sistema Nacional de Inventário de Emissões por Fontes e Remoção por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos.

» Decreto-Lei n.º 55/2015 de 17 de Abril
Estabelece as medidas para a utilização confinada de microrganismos geneticamente modificados e de organismos geneticamente modificados, tendo em vista a proteção da saúde humana e do ambiente, transpondo a Diretiva n.º 2009/41/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de maio de 2009.

» Decreto-Lei n.º 75/2015 de 11 de Maio
Aprova o Regime de Licenciamento Único de Ambiente, que visa a simplificação dos procedimentos dos regimes de licenciamento ambientais, regulando o procedimento de emissão do título único ambiental.

» Portaria n.º 134/2015 de 18 de Maio
Estabelece o regime de aplicação da operação 8.1.3, "Prevenção da floresta contra agentes bióticos e abióticos" e da operação 8.1.4, "Restabelecimento da floresta afetada por agentes bióticos e abióticos ou por acontecimentos catastróficos", ambas inseridas na ação 8.1, "Silvicultura Sustentável" da Medida 8, "Proteção e Reabilitação dos Povoamentos Florestais" do Programa de Desenvolvimento Rural do Continente, abreviadamente designado por PDR 2020.

CONSTRUÇÃO

» Portaria n.º 113/2015 de 22 de Abril
Identifica os elementos instrutórios dos procedimentos previstos no Regime Jurídico da Urbanização e Edificação e revoga a Portaria n.º 232/2008, de 11 de março.

FORMAÇÃO PROFISSIONAL

» Portaria n.º 124-A/2015 de 05 de Maio
Aprova o regime jurídico de certificação das entidades formadoras para ministrarem cursos de formação para obtenção do título profissional de mecânicos e técnicos de auto/gás.

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE

» Portaria n.º 102/2015 de 07 de Abril
Estabelece os procedimentos para injeção de energia adicional e para autorização do sobre-equipamento de centros eletroprodutores eólicos, bem como os requisitos para a dispensa de telecontagem individualizada da energia do sobre-equipamento, e define as taxas aplicáveis aos procedimentos no âmbito do sobre-equipamento.

» Decreto-Lei n.º 49/2015 de 10 de Abril
Estabelece o regime especial aplicável à adaptação de moinhos, azenhas ou outras infraestruturas hidráulicas equivalentes para produção de energia hidroelétrica.

» Portaria n.º 115/2015 de 24 de Abril
Primeira alteração à Portaria n.º 349-A/2013, de 29 de novembro que determina as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), regulamenta as atividades dos técnicos do SCE, estabelece as categorias de edifícios, para efeitos de certificação energética, bem como os tipos de pré-certificados e certificados SCE e responsabilidade pela sua emissão, fixa as taxas de registo no SCE e estabelece os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação do SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ).

» Portaria n.º 133/2015 de 15 de Maio
Primeira alteração à Portaria n.º 243/2013, de 2 de agosto, que estabelece os termos, condições e critérios de atribuição de capacidade de injeção na rede elétrica de serviço público, bem como da obtenção da licença de produção e respetiva licença de exploração.

TRANSPORTES

» Portaria n.º 107-A/2015 de 13 de Abril
Define o modelo de identificação da informação relativa ao tipo de combustível disponibilizado e à aditivação suplementar quando exista.

» Lei n.º 34/2015 de 27 de Abril
Aprova o novo Estatuto das Estradas da Rede Rodoviária Nacional.

» Portaria n.º 116-A/2015 de 29 de Abril
Aprova os modelos de certificado de conformidade da adaptação à utilização de gases de petróleo liquefeito ou gás natural comprimido e liquefeito e o correto funcionamento de cada veículo.

TURISMO

» Decreto-Lei n.º 63/2015 de 23 de Abril
Procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 128/2014, de 29 de agosto, que estabelece o regime jurídico da exploração dos estabelecimentos de alojamento local.

URBANISMO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

» Decreto Regulamentar Regional n.º 10/2015/A de 12 de Maio
Terceira alteração ao Decreto Regulamentar Regional n.º 18/2014/A, de 19 de setembro, que regulamenta o Subsistema de Incentivos para o Urbanismo Sustentável e Integrado.

» Decreto-Lei n.º 80/2015 de 14 de Maio
Aprova a revisão do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro.

» Decreto-Lei n.º 84/2015 de 21 de Maio
Procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 180/2009, de 7 de agosto, que aprova o regime do Sistema Nacional de Informação Geográfica.

» Portaria n.º 141/2015 de 21 de Maio
Primeira alteração à Portaria n.º 78/2013, de 19 de fevereiro, que determina a ocorrência de factos relevantes para efeitos de revisão dos planos regionais de ordenamento florestal (PROF) em vigor em Portugal continental, bem como a suspensão parcial desses planos.

» Portaria n.º 147/2015 de 25 de Maio
Aprova a delimitação da Reserva Ecológica Nacional do município de Setúbal, na área da Mitrena - Parque Industrial SAPEC Bay.

DIPLOMAS REGIONAIS

» Decreto Legislativo Regional n.º 13/2015/A de 27 de Abril
Primeira alteração ao Decreto Legislativo Regional n.º 10/2014/A, de 3 de julho, que cria medidas para a redução do consumo de sacos de plástico. ING

Informações detalhadas sobre estes e outros diplomas legais podem ser consultadas em **www.ordemengenheiros.pt/pt/centro-de-informacao/legislacao**

25 ANOS DEPOIS. MANIFESTO PARA A CIÊNCIA EM PORTUGAL, DE JOSÉ MARIANO GAGO

MARIA FERNANDA ROLLO
Professora da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa
Investigadora e Presidente do Instituto de História Contemporânea • fernandarollo@fernanda-rollo.me

MANUEL HEITOR
IN+, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

HISTÓRIA

Foto: D.R.

Cumprem-se este ano, no próximo outono, 25 anos sobre a apresentação pública do *Manifesto* que José Mariano Gago lançou *para a Ciência em Portugal*.

O Manifesto impôs-se, pela evidência do diagnóstico e a clareza do enunciado; contestando a inexorabilidade de um País sem cultura e sem ciência, rejeitando a perspetiva de um País sem conhecimento e, assim, sem 'futuro', apontando um caminho, definindo estratégias. Combinando o tom de um manifesto e a reflexividade de um ensaio, sobressai a assertividade, reivindicando quatro enunciados essenciais: A Ciência como Desafio Social, Romper o Isolamento Social, Renovar a Educação Científica, Criar Cultura Científica.

Sobre eles podemos hoje dizer, quatro enunciados evidentes, de tão essenciais e básicos. Na verdade, do estatuto de quase 'revolucionários' com que surgiram em 1990, perderam a dimensão quase utópica e passaram a constituir propósitos naturais e mesmo alcançáveis; mais do que isso, instalaram-se como direitos e reconhecidas qualidades intrínsecas a uma sociedade, um País, livre e democrático, com ambições no plano económico e social, cultural e científico. O que se cumpriu, o caminho que se percorreu desde então e os resultados que se alcançaram são inquestionavelmente notáveis; foram, com certeza, uma conquista difícil, que, a partir de uma visão e perspetivado um rumo, envolveram um grande esforço coletivo, sustentado num inequívoco empenho do poder público, político e financeiro.

Passados 25 anos, não temos dúvidas quanto à pertinência e a indispensabilidade dos enunciados propostos, e estamos convictos da certeza do caminho percorrido em termos de investimento no plano da formação e do desenvolvimento científico e tecnológico. O País que agora somos, em si mesmo o legitima. Todavia, estamos ainda longe de poder considerar os enunciados de outrora uma realidade adquirida e plenamente atingida; não obstante os resultados alcançados há ainda

um logo caminho a percorrer, até que se cumpra a legítima ambição do acesso livre à formação e ao conhecimento; mais, estamos ainda aquém de poder constatar a sua irreversibilidade e até a sua irrevogabilidade. Como tudo o que é essencial, e desejavelmente inalienável, o direito à formação e ao conhecimento, contribuindo para o propósito da construção de uma sociedade mais justa e com mais qualidade de vida, tem que ser cuidado e preservado.

Nos últimos 25 anos a produção científica portuguesa internacionalmente reconhecida multiplicou por 35 (referente ao número de publicações registadas internacionalmente), o número de patentes registadas na Europa aumentou 45 vezes e a balança de pagamentos tecnológica, tradicionalmente negativa, passou a estar equilibrada desde 2007. O sistema de saúde atingiu níveis de referência internacionais, com a taxa de mortalidade infantil a reduzir mais de oito vezes. O número de médicos por milhar de habitante mais do que duplicou, ultrapassando 400 médicos por cem mil habitantes em 2011. O sistema de ensino modernizou-se, sendo que em 2012 a fração de doutorados no corpo docente das universidades públicas atingiu os 70%. Nos últimos 25 anos, por fim, cerca de um em cada três cidadãos com 20 anos passou a frequentar o ensino superior.

É ainda de registar que, na economia, os setores que apresentam maior taxa de crescimento das exportações passaram a referir-se a atividades crescentemente dependentes de mão-de-obra qualificada, compreendendo uma gama alargada de áreas, incluindo produtos farmacêuticos, produtos metálicos, equipamento de transporte, equipamentos informáticos e produtos eletrónicos, produtos alimentares, produtos têxteis, assim como uma gama alargada de serviços intensivos conhecimento.

No mesmo período, o investimento em investigação cresceu cinco vezes mais que o produto da nossa riqueza e o número de investigadores multiplicou por 17, embora contido, foi relevante, permitindo que a comunidade científica se tivesse expandido significativamente. O número de investigadores atingiu então os níveis médios da OCDE, significando cerca de nove investigadores por mil habitantes, com quase tantas

Foto: D.R.

mulheres como homens e com a formação dos cientistas portugueses a fazer-se de forma cada vez mais internacionalizada.

Passados 25 anos sobre o *Manifesto para a Ciência* e um passado de política científica bem-sucedida, importa refletir sobre o País que somos e o que se perspetiva como futuro; com a humildade necessária para compreender a complexidade crescente dos processos de mudança, continuamente influenciados pelo "modo mutilador de organização do conhecimento, incapaz de reconhecer e aprender a complexidade do real", como reconhecido sistematicamente por Edgar Morin e frequentemente debatido por José Mariano Gago.

Importa considerar que num contexto de crescentes e contínuas mudanças sociais, económicas e tecnológicas, a reivindicação para a promoção da inovação deve ser compreendida em termos de processo de aprendizagem, não como um inventário de matérias ou de prioridades. Há que conciliar o desenvolvimento de competências em diversos planos, "nucleares", em matérias tradicionais, em tecnologias de informação, valorizando as dimensões sociais e culturais e a indispensabilidade de estimular a capacidade criativa.

Há que prosseguir um esforço no sentido da criação, difusão e acesso a novos conhecimentos; continuar uma estratégia de internacionalização, combater diariamente o nosso isolamento cultural, social e económico.

É necessário manter o propósito de aprender mais e saber mais, assim como compreender que a discussão dos direitos individuais de todos os cidadãos à aquisição e atualização de competências deve ser realizada num contexto alargado, compreendendo naturalmente esses direitos, mas também os deveres sociais e morais de aprender.

Passados 25 anos sobre o *Manifesto para a Ciência em Portugal* é imperativo reafirmar que a Ciência é necessária, para todos; apostando nas pessoas, na sua formação exigente e motivada, prosseguindo o sucesso do desenvolvimento científico e tecnológico; urge, em suma, reclamar a ideia forte de que Portugal é País de Ciência e de que Fazer Ciência em Portugal é a justa ambição que os portugueses perspetivam para os seus filhos e para todos os que confiam na indispensabilidade do conhecimento e na sua apropriação económica e social.

Investir na Ciência é, como há 25 anos, investir no futuro de Portugal.

É necessário que esse investimento constitua o compromisso inequívoco do poder público mas também o resultado de um projeto coletivo, que garanta mais ciência, mais formação, mais conhecimento, para todos.

Embora a convergência do investimento em investigação (I&D) para os valores médios europeus registada até 2010 tenha sido muito importante, não foi suficiente. A acumulação desse investimento ainda é muito reduzida face a qualquer zona industrialmente desenvolvida e com acesso aos mercados emergentes e os últimos anos revelaram um sistema com grandes fragilidades e crescentes vulnerabilidades face à crescente competição internacional por recursos humanos altamente qualificados. A solução continua a residir na formação avançada dos nossos jovens, e deve estimular-se a confiança das pessoas nas instituições científicas, através do apoio contínuo a instituições credíveis e robustas. Importa, porém, que a esses jovens seja proporcionado o futuro para que foram preparados e que ao País sejam dadas as condições para que deles usufrua.

Retomemos portanto o propósito do Manifesto que Mariano Gago lançou há 25 anos, promovendo o debate necessário, afirmando a indispensabilidade de promover o Conhecimento como caminho para o Futuro do País. ING

CRÓNICA

O PASSE DE MÁGICA DAS DIMENSÕES

JORGE BUESCU
Professor na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa // jsbuescu@fc.ul.pt

Dizia a minha professora da escola primária que "não se podem somar batatas com cebolas". Tinha razão: os termos de uma igualdade devem ter as mesmas unidades. Uma equação só faz sentido se for dimensionalmente consistente.

Por exemplo, quando dizemos informalmente que "o nosso carro vai a 100", estamos a designar uma velocidade, isto é, uma distância percorrida num intervalo de tempo, e a exprimir cada uma destas grandezas num sistema de unidades: comprimento e tempo. As unidades utilizadas para o efeito podem ser o quilómetro (km) e a hora (h). Assim, dizer que o carro "vai a 100" corresponde a escrever a equação

$$V = 100\ km/h, \qquad (1)$$

onde V é a velocidade do carro. É claro que o valor numérico de V depende das unidades escolhidas; se elas fossem, digamos, o metro (m) e o segundo (s), a mesma velocidade corresponderia a um valor de 30,5 m/s. No entanto, há algo nesta igualdade que é absoluto e não depende da escolha das unidades: a dimensionalidade. Uma velocidade é um comprimento dividido por um tempo: de um lado e do outro da igualdade terão, evidentemente, de existir grandezas com as mesmas dimensões. Batatas não são iguais a cebolas!

Designando as dimensões de velocidade por [V], de comprimento por [L] e de tempo por [T], a igualdade (1) corresponde, em termos dimensionais, a

$$[V] = [L]\,[T]^{-1}, \qquad (2)$$

que exprime o facto de as dimensões de uma velocidade serem sempre um comprimento dividido por um tempo. Qualquer que seja o sistema de unidades que escolhermos, contendo unidades de espaço e tempo, uma velocidade exprimir-se-á sempre como comprimento dividido por tempo.

Um pouco mais formalmente, as grandezas físicas podem dividir-se, em termos das suas dimensões, em fundamentais e derivadas. Nas fundamentais estão o comprimento [L], o tempo [T], a massa [M], a temperatura [Θ] e a carga eléctrica [Q]. Estas permitem lidar com os fenómenos mecânicos, térmicos e eléctricos. Todas as outras grandezas relativas a fenómenos da Física Clássica (Mecânica, Termodinâmica, Electromagnetismo) têm dimensões que se podem construir a partir destas, sendo por isso designadas por derivadas.

Por exemplo, as dimensões da velocidade são, como vimos, $[L][T]^{-1}$; as da densidade, que representa massa por unidade de volume, são $[M][L]^{-3}$; as de energia são $[M][L]^2[T]^{-2}$; e assim por diante. O facto de uma equação ser dimensionalmente consistente corresponde a afirmar que os seus dois membros (e cada um dos termos em cada uma delas) devem ter as mesmas dimensões. Por exemplo, na lei fundamental da dinâmica de Newton, $F=ma$, ambos os membros têm de ter as mesmas dimensões. E de facto, as dimensões da grandeza *Força* são $[M][L][T]^{-2}$; e no membro direito temos o produto de uma *massa* (dimensão [M]) por uma *aceleração* (dimensão $[L]\,[T]^{-2}$). Assim, as dimensões são as mesmas de ambos os lados da igualdade.

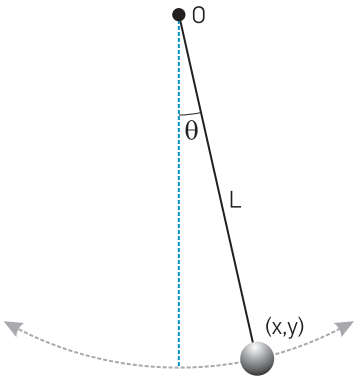
A utilidade da análise dimensional na Física e na Engenharia vai, porém, muito para além desta contabilidade, análoga à prova dos nove da Aritmética Elementar. No virar dos séculos XIX para o XX, um conjunto de físicos, matemáticos e engenheiros construiu a partir destas ideias uma ferramenta poderosíssima na modelação matemática de fenómenos físicos. O resultado fundamental desta, que ficou conhecida como Análise Dimensional, é o chamado Teorema π de Buckingham, formulado pelo físico americano Edgar Buckingham (1867-1940), e que formaliza métodos já aplicados pelo matemático francês Joseph Bertrand e pelo físico Lord Rayleigh.

De modo informal, o Teorema de Buckingham afirma o seguinte: suponhamos que existe uma equação fisicamente significativa envolvendo um número n de variáveis num problema com k dimensões físicas independentes. Então o problema pode ser reformulado com um conjunto de apenas $p=n-k$ variáveis adimensionais $\pi_1, \pi_2, \ldots \pi_p$ – os chamados "grupos-p" de Buckingham. Ainda mais informalmente: se o problema admite n variáveis e depende de k dimensões físicas, é possível mudar de variáveis passando para um sistema com um número mínimo, $p=n-k$, de variáveis sem dimensões (números puros) no qual a lei estudada terá a forma "mais simples possível".

Este enunciado pode parecer um pouco vago. Contudo, é possível formalizá-lo matematicamente de modo rigoroso. Quanto à sua utilidade, evidenciam-na até os mais simples exemplos, como passamos a mostrar.

Consideremos um sistema mecânico elementar, o pêndulo simples: uma massa m

suspensa por um fio de comprimento *L* no campo gravitacional *g*. Podemos pensar, por exemplo, no pêndulo de um relógio de parede. Qual é o período de oscilação do pêndulo? A resposta a esta pergunta é crucial para construir relógios, e foi obtida pela primeira vez no século XVII por Galileu, efectuando centenas de medições e experiências.



Pêndulo simples

Este sistema está nas primeiras páginas de qualquer manual de Física, e é de análise imediata por meio das leis de Newton. Suponhamos, contudo, que as desconhecemos. Será que, ainda assim, conseguimos afirmar algo de significativo sobre o período de oscilação do pêndulo?

Em primeiro lugar, temos de identificar as variáveis relevantes para o problema. Queremos determinar o período de oscilação (P). Quais serão estas? Em princípio, a massa suspensa *m*; seguramente o comprimento do fio L; a amplitude máxima de oscilação, que designaremos por A; e o campo gravitacional *g* (se não houver gravidade não há oscilação, pelo que o período depende de *g*). Não parece *a priori* haver mais nada de relevante.

O problema tem portanto cinco variáveis: *m*, *L*, *g*, *P*, *A*. Sendo um problema mecânico, há três dimensões físicas independentes: a massa [M], o comprimento [L] e o tempo [T]. No enunciado do Teorema de Buckingham temos pois *n=5* e *k=3*, e portanto o problema é determinado por 5-3=2 variáveis adimensionais. Chamemos-lhes π_1 e π_2 vamos agora construí-las. Eis as dimensões de cada uma das variáveis:

Variável	m	L	g	P	A
Dimensões	[M]	[L]	$[L][T]^{-2}$	[T]	[L]

O nosso objectivo é escolher três destas variáveis (por vezes chamadas "variáveis de repetição") e construir, a partir delas e das duas que sobram, duas variáveis adimensionais. Neste ponto há que ter algum cuidado (as variáveis de repetição têm de ser independentes) e bom senso (queremos escolher variáveis significativas para o problema inicial).

Tomemos então as variáveis m, L e g. Ensaiemos para variáveis adimensionais o produto das variáveis da Tabela 1, cada uma elevada a uma potência *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Se

$$\pi_i = m^a L^b g^c P^d A^e, \qquad (3)$$

então a relação entre as dimensões correspondentes será

$$[\pi_i] = [M]^a[L]^b([L][T]^{-2})^c[T]^d[L]^e = \\ = [M]^a\,[L]^{b+c+e}\,[T]^{-2c+d}. \qquad (4)$$

O facto de cada variável π_1, *i = 1,2*, ser adimensional exprime-se por $[\pi_i] = [M]^0\,[L]^0\,[T]^0$. Comparando com os expoentes da equação (4), deduzimos que *a*, *b*, *c*, *d*, *e* devem satisfazer o sistema de equações lineares

$$\begin{cases} a = 0 \\ b + c + e = 0 \\ -2c + d = 0 \end{cases} \qquad (5)$$

A primeira destas equações afirma que *a*=0. Note-se que *a* é o expoente da dimensão [M]. Isto quer dizer que a massa não pode intervir em nenhuma das variáveis adimensionais π_1 e π_2.

Primeira conclusão: mesmo sem conhecermos a expressão do período, podemos afirmar que ele é independente da massa do pêndulo. Assim, mantendo tudo o resto constante, tanto faz suspendermos do pêndulo uma massa de 1g como de 1 tonelada: o período é o mesmo. Isto é extraordinário: descobrimos uma propriedade quantitativa do período de oscilação sem utilizar qualquer propriedade física do pêndulo!

O sistema (5) resolve-se facilmente; duas soluções independentes são dadas por exemplo por -b=d=1 e b=-1/2, c=1/2, d=1, como se pode verificar por substituição. As variáveis adimensionais correspondentes são pois

$$\pi_1 = \frac{A}{L}\,,\ \pi_2 = \sqrt{\frac{g}{L}}\,P.$$

Assim, a lei de movimento do pêndulo terá de ser uma relação entre estas duas variáveis. Suponhamos que ela pode ser escrita de forma a obter π_2 em função de π_1 digamos $\pi_2=f(\pi_1)$, onde f é uma função desconhecida. Então

$$\sqrt{\frac{g}{L}}\,P = f\left(\frac{A}{L}\right).$$

Isto poderia parecer inútil, uma vez que desconhecemos por completo a função *f*. Mas não é: a mera existência de uma relação deste tipo permite extrair conclusões muito significativas! De facto, suponhamos que as oscilações são de pequena amplitude em comparação com o braço do pêndulo, isto é, que A/L é muito pequeno, próximo de 0. Então o membro direito é aproximadamente *f*(0)=*K*, uma constante numérica. Obtemos assim

$$P = K\sqrt{\frac{L}{g}}\,P. \qquad (6)$$

E agora vamos tirar, não um, mas dois coelhos da cartola. Em primeiro lugar, como a amplitude de oscilação A não intervém na equação (6), *o período é independente da amplitude*. Esta é a *lei do isocronismo de Galileu*: o tempo de uma oscilação completa num pêndulo é sempre o mesmo, seja a oscilação de 1 ou de 10 graus. É esta propriedade que permite que os pêndulos sirvam de relógios. Em segundo lugar, o período do pêndulo varia com a raiz quadrada do seu comprimento: um pêndulo com fio quatro vezes mais longo demorará o dobro do tempo a completar uma oscilação.

Todas estas leis sobre pequenas oscilações de um pêndulo foram descobertas experimentalmente por Galileu. A verdade, porém, é que num incrível passe de mágica, nós deduzimos estas propriedades sem sair do lugar e sem utilizar nenhuma propriedade específica da Física do pêndulo. Para nada necessitámos da lei de Newton!

E é precisamente esta uma das características mais surpreendentes do teorema de Buckingham: ele permite, na ausência de conhecimento sobre as leis fundamentais de um sistema, deduzir leis quantitativas sobre o seu comportamento. É claro que a →

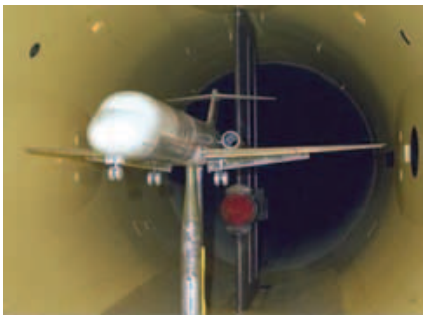
informação obtida é apenas parcial: no exemplo acima, surge uma função desconhecida. Contudo, o passe de mágica de Buckingham é exactamente este: existem propriedades relevantes do sistema que são consequência da mera *existência* de uma relação deste tipo, e que não dependem dos detalhes dessa relação; e a Análise Dimensional permite descobrir quais são precisamente essas propriedades.

Esta situação ocorre frequentemente em sistemas complexos, que dependem de muitas variáveis em simultâneo e onde não é possível deduzir o comportamento do sistema em estudo a partir de leis fundamentais, sendo necessário recorrer a uma modelação a partir de variáveis fenomenológicas. Um exemplo típico desta situação é a dinâmica de fluidos – onde surgiu a primeira aplicação significativa da Análise Dimensional, por Lord Rayleigh, em 1892 – ainda antes portanto do teorema de Buckingham.

Rayleigh estudava a perda de pressão no escoamento de um fluido ao longo de um tubo com irregularidades. É impossível estudar este fenómeno *ab initio* a partir das equações de Navier-Stokes. Rayleigh tentou pois modelá-lo a partir do isolamento das variáveis fenomenológicas e geométricas relevantes para o problema: diâmetro e comprimento do tubo, densidade e viscosidade do fluido, velocidade do escoamento. Utilizando métodos semelhantes em espírito aos que utilizámos acima, chegou a respostas quantitativas muito precisas.

É fácil compreender que a Análise Dimensional desempenha um papel crucial na dinâmica de fluidos e na aerodinâmica. Embora sejam conhecidas as leis físicas fundamentais que descrevem os fenómenos destas áreas (as equações de Navier-Stokes), elas são de resolução impossível excepto em casos triviais. Mas os problemas são de interesse real. Qual é a forma ideal da asa de um avião? Que tipo de tubos devemos utilizar num *pipeline*? Modelar estes problemas é muito difícil; frequentemente o problema tem de ser estudado por simulação numérica ou física. No caso da aerodinâmica utiliza-se para isso um túnel de vento, em que se mergulha um modelo em escala reduzida do sistema a estudar.

Mas uma simulação não se resume a colocar um modelo do avião em miniatura no

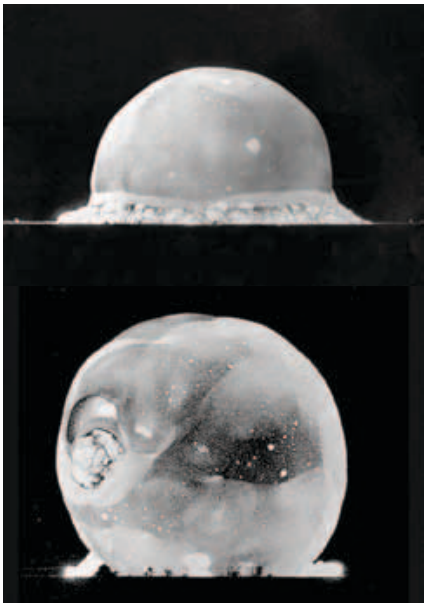


Túnel de vento

túnel de vento. Como determinar quais os valores das variáveis (velocidade do vento, pressão, densidade, etc.) correspondentes às que o avião vai encontrar no voo? Há que adaptar as escalas, mantendo contudo a Física relevante! A forma correcta de o fazer é preservando os parâmetros adimensionais de Buckingham, nomeadamente os números de Mach e de Reynolds.

Ao permitir deduzir propriedades quantitativas sobre o comportamento de sistemas sem necessidade de conhecimento detalhado das leis que o regem, a Análise Dimensional abre assim um novo paradigma à modelação matemática. Um outro exemplo surpreendente é a estimativa em 1950, pelo físico inglês Sir Geoffrey Taylor, da energia libertada por uma explosão nuclear.

Terminada a II Guerra, os dados técnicos relativos às bombas nucleares americanas eram conservados em segredo máximo. No entanto, algumas imagens impressionantes da propagação da onda de choque



A bola de fogo do teste nuclear de Trinity 16 e 35 ms após a explosão

da explosão do teste nuclear de Trinity, em 1945 – a chamada "bola de fogo" – foram divulgadas nos *media* a partir de 1947, para efeitos de propaganda.

Taylor construiu um modelo fenomenológico para o problema, sendo a energia uma das variáveis, e concluindo por meio de Análise Dimensional que a velocidade de propagação da bola de fogo teria de ser proporcional a r^5/t^2, onde r é o raio da bola e t o tempo. Ora os instantes das fotos estavam identificados, e as distâncias podiam ser estimadas. Taylor conseguiu assim, apenas a partir de um conjunto de fotos, estimar a energia libertada na explosão como cerca de 20 kton – o que correspondia a um segredo de Estado escrupulosamente guardado. Quando Taylor publicou o seu artigo nos Proceedings of the Royal Society, em 1950, chegou a suspeitar-se nos EUA de que pudesse ter tido acesso a informação *top secret* e a estivesse a divulgar (Taylor tinha visitado Los Alamos após a guerra). Mas não: era apenas mais um passe de mágica da Análise Dimensional.

Este exemplo mostra bem como é imenso o potencial interesse dos métodos de Análise Dimensional para modelação matemática, e como estes se mostrarão particularmente relevantes sempre que as leis fundamentais não são conhecidas, ou possam mesmo *não existir* – como tipicamente sucederá em fenómenos cooperativos, correspondentes à agregação de muitas variáveis individuais, em que cada uma não obedece a nenhuma lei particular, emergindo contudo um comportamento global com propriedades específicas.

Este tipo de situação é muito próprio das ciências sociais. Por exemplo: fluxos migratórios entre diferentes regiões geográficas. Ou modelação de processos económicos específicos. Ainda assim, e por estranho que possa parecer, o recurso aos métodos de Análise Dimensional para modelação matemática nestas áreas estão ainda, hoje em dia, largamente por explorar.

Será este, talvez, um grande desafio para a investigação interdisciplinar no século XXI.

Nota: *Jorge Buescu escreve, por opção pessoal, de acordo com a antiga ortografia.*

EM MEMÓRIA

Os resumos biográficos dos Membros da Ordem dos Engenheiros falecidos são publicados na secção "Em Memória", de acordo com o espaço disponível em cada uma das edições da "INGENIUM" e respeitando a sua ordem de receção junto dos Serviços Institucionais da Ordem. Agradecemos, assim, a compreensão das famílias e dos leitores pela eventual dilação na sua publicação.

Igualmente, solicita-se, e agradece-se, que futuras comunicações a este respeito sejam dirigidas à Ordem dos Engenheiros através do *e-mail* rolanda.correia@ordemdosengenheiros.pt e/ou ingenium@ordemdosengenheiros.pt

1929-2015

Acácio Marques

Engenheiro de Minas inscrito na Ordem em 1958. Licenciou-se em Engenharia de Minas na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1958. Começou de imediato a trabalhar nas Minas de Vila Cova, Vila Real, onde exerceu funções de direção até 1969. Como a empresa entrou em inatividade, foi convidado para trabalhar na Junta de Energia Nuclear, inicialmente nas Minas do distrito da Guarda e mais tarde nas Minas da Urgeiriça, onde veio a desempenhar o cargo de Diretor. Em 1974, por motivos de ordem familiar, optou por aceitar o cargo de Diretor Técnico das Minas de Montesinho, com sede no Porto. Foi Diretor Técnico de várias empresas mineiras.

1926-2010

Adalberto Mascarenhas Mateus

Engenheiro Civil inscrito na Ordem em 1953. Licenciou-se em Engenharia Civil no Instituto Superior Técnico, em 1952. Entre 1955 e 1960, como engenheiro contratado da Brigada de Estudos de Estradas de Moçambique, foi responsável pelo projeto e execução de 550 km de vias e suas obras de arte. De 1960 a 1965, como engenheiro da Brigada de Engenharia Hidráulica da Missão de Fomento e Povoamento do Zambeze, realizou a montagem e fiscalização dos postos da rede udo-hidro-evapométrica da bacia moçambicana do Zambeze, o levantamento de perfis dos rios Zambeze e Luenha selecionados para a construção da barragem de Cahora Bassa, tendo reconhecido a navegabilidade do Zambeze entre a Foz do Rio Chirodzi e Vila Fontes (445 km), elaborando o perfil do curso navegável e o sistema de sondagens hidrográficas. Na CM de Lisboa, de 1966 a 1971, foi membro da comissão encarregada da construção dos primeiros autossilos da cidade, em particular o parque subterrâneo dos Restauradores. Entre 1971 e 1976, como adjunto do diretor dos serviços centrais do Gabinete do Plano do Zambeze, acompanhou os estudos de navegabilidade do Zambeze e a adjudicação de infraestruturas da Barragem de Cahora Bassa e do centro urbano do Songo. De 1976 a 1993, foi chefe de divisão da Direção-geral de Viação (DGV), com responsabilidades na criação dos sistemas informáticos da DGV e da Direção-geral de Transportes Terrestres e na primeira emissão automática de livretes. Autor, juntamente com o Eng. Ricardo Girão de Oliveira, do livro "Técnicas de Engenharia de Trânsito", publicado pelo Ministério das Comunicações em 1970. Foi coautor do projeto de estruturas do Edifício Castil em Lisboa (Arq. Conceição e Silva).

1936-2015

Jorge Manuel Águedo Serrano

Engenheiro Civil inscrito na Ordem em 1968. Licenciou-se em Engenharia Civil no Instituto Superior Técnico, em 1968. Iniciou a sua atividade profissional, em 1968, como técnico no Gabinete de Estudos e Planeamento dos Transportes Terrestres. Como profissional liberal efetuou estudos e emitiu pareceres sobre projetos de infraestruturas e de construção (1971/81). Foi sócio gerente nas Faianças Artísticas Bordalo Pinheiro, Lda. (1981/2009). Foi chefe do estudo de profissões no Serviço Nacional de Emprego – Ministério do Trabalho (1982/83). Na EPUL, foi chefe do departamento de infraestruturas (1984/88). Desempenhou funções de diretor-geral na Direção-geral de Coordenação das Empresas de Construção Civil (1989/94). Foi sócio gerente da SERSAU – Sociedade de Investimento, Vendas e Urbanizações, Lda. (1993-2015) e vogal do Conselho de Administração da CENCAL, nas Caldas da Rainha (1995/2003). Foi ainda presidente da direção da AIRO – Associação Industrial da Região Oeste nas Caldas da Rainha (1995/2005).

1923-2015

José Antunes Pires da Fonseca

Engenheiro Eletrotécnico inscrito na Ordem em 1951. Licenciou-se em Engenharia Eletrotécnica na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1950. Iniciou a sua atividade profissional como professor do ensino técnico profissional, em 1950. Em 1953 ingressou nos CTT, participando na automatização da rede telefónica nacional. Participou na mudança da estação interurbana de Lisboa do Terreiro do Paço para a Praça D. Luís. Foi responsável pelo planeamento, direção e execução dos trabalhos de ampliação da estação interurbana de Vila Real. Colaborou na ampliação e introdução do quinto dígito nas EA de Leiria e Caranguejeira, e na fiscalização da EA do Bonfim dos TLP, no Porto. Em 1956, estudou, planeou e dirigiu os trabalhos de automatização de 20 estações na Covilhã, de acordo com o Plano Geral de Remodelação das Instalações da Rede Telefónica Nacional. Participou na direção dos trabalhos de montagem de EA no CR de Évora: Azaruja, S. Miguel de Machede, Alcáçovas, Montemor e Reguengos. Em 1958 foi para a Covilhã, como responsável por todas as instalações eletromecânicas e de telecomunicações. Em 1964 participou na introdução do sistema de 4NC/s "E", tipo M3, em Portugal e em 1971 foi nomeado subinspetor. Em 1980 foi nomeado gestor da Área de Telecomunicações de Castelo Branco.

Em 1981 completou a automatização da AT/CB e da DRT-C, sendo a primeira direção do continente inteiramente automatizada.

Concluiu a instalação de postos públicos com acesso livre e permanente ao público, em cabines metálicas, com caixa de moedas tipo GNT, em todas as localidades da ATCB Sedes de Concelho, ou com serviços de fronteira terrestre, ou instância termal importante fronteiriça (1983). Reformou-se, com louvor, em 1988. Fundou vários clubes Lions.

AGENDA **NACIONAL**

2 a 4 SET'15
ICCST/10 – INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPOSITE SCIENCE AND TECHNOLOGY
Instituto Superior Técnico, Lisboa • www.dem.ist.utl.pt/iccst10

7 SET'15
SSCR 2015 – 3.º SIMPÓSIO EM CARACTERIZAÇÃO E REABILITAÇÃO DO SUBSOLO
Fac. de Eng. da Universidade do Porto • http://sscr2015.weebly.com

7 SET'15
SEMINÁRIO "RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO. UM RECURSO A VALORIZAR"
Faculdade de Engenharia da Univ. do Porto • www.fe.up.pt

7 e 8 SET'15
MATCEL'2015 – PRIMEIRA CONFERÊNCIA DE MATERIAIS CELULARES
Universidade de Aveiro
https://gridsworld.wordpress.com/events/matcel2015

8 a 10 SET'15
CONPAT 2015 – XIII Congr. Latino-Americano de Patologia da Constr. XV CONGRESSO de Controlo de Qualidade na Construção CONSTRUÇÃO 2015 – Congresso Luso-Africano de Construção
Instituto Superior Técnico, Lisboa • www.conpat2015.com

11 SET'15
CURSO "EUROCÓDIGO 7: APLICAÇÃO AO PROJETO DE ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS CORRENTES"
Delegação Distrital de Viseu da OE • www.ordemengenheiros.pt

14 a 16 SET'15
9TH INTERNATIONAL TECHNICAL CONFERENCE ON WASTE
Inst. Pol. de Viana do Castelo • www.jornadas-residuos2015.org
VER PÁGINA 83

26 SET'15
DIA REGIONAL NORTE DO ENGENHEIRO 2015
Arcos de Valdevez
www.oern.pt

7 a 9 OUT'15
TEEM'15 – TECHNOLOGICAL ECOSYSTEMS FOR ENHANCING MULTICULTURALITY
Inst. Sup. de Engenharia do Porto • http://teemconference.eu

7 a 9 OUT'15
PROJMAN – INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROJECT MANAGEMENT
Vilamoura, Algarve • http://projman.scika.org

8 a 10 OUT'15
FEANI 2015 LISBON BUSINESS MEETINGS
Lisboa
www.ordemengenheiros.pt

19 a 23 OUT'15
X CONGRESSO IBÉRICO DE GEOQUÍMICA XVIII SEMANA DE GEOQUÍMICA
Lab. Nac. de Energia e Geologia, Alfragide • http://xcig.lneg.pt

9 a 31 OUT'15
X CURSO SOBRE EXPLOSIVOS PARA RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DE PEDREIRAS E OBRAS DE ESCAVAÇÃO
Coimbra • www.ordemengenheiros.pt

19 a 24 OUT'15
CURSO "CONSERVAÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS"
Ponta Delgada

22 OUT'15
15.AS JORNADAS DE CLIMATIZAÇÃO
Ordem dos Engenheiros, Lisboa
www.ordemengenheiros.pt

29 a 30 OUT'15
VIII CNCG – CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
Academia Militar, Amadora • www.ordemengenheiros.pt
VER PÁGINA 77

5 e 6 NOV'15
GEQUALTEC 2015 – SIMPÓSIO "TAREFAS E FUNÇÕES FUTURAS DA ENGENHARIA CIVIL: SUSTENTABILIDADE E ENERGIA"
Fac. de Eng. da Universidade do Porto • www.fe.up.pt/gequaltec2015

19 e 20 NOV'15
13.º CONGRESSO NACIONAL DE MANUTENÇÃO // 3.º ENCONTRO DE MANUTENÇÃO DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA
Centro de Congressos de Aveiro • www.apmi.pt
VER PÁGINA 68

AGENDA **INTERNACIONAL**

6 a 10 SET'15
INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIAMOND AND CARBON MATERIALS
Alemanha • www.diamond-conference.elsevier.com

8 a 10 SET'15
MATERIALS TESTING 2015
Reino Unido
www.bindt.org

10 a 11 SET'15
CLIMAMED 2015 – VIII CONGRESSO MEDITERRÂNEO DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO
França • www.climamed15.eu
VER PÁGINA 89

23 a 25 SET'15
ESMATS 2015 – 16TH EUROPEAN SPACE MECHANISMS AND TRIBOLOGY SYMPOSIUM
Espanha • www.esmats.eu

30 SET. a 3 OUT.15
MARMOMACC 2015 – STONE, DESIGN, TECHNOLOGY INTERNATIONAL TRADE FAIR
Itália • www.marmomacc.com

7 a 10 OUT'15
IV CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE DESIGN, ENGENHARIA E GESTÃO PARA A INOVAÇÃO
Brasil • www.idemi2015.udesc.br
VER PÁGINA 68

13 a 16 OUT'15
XV CONGRESSO NACIONAL DE AQUACULTURA I CONGRESSO IBÉRICO DE AQUACULTURA
Espanha • www.ipma.pt

19 a 23 OUT'15
ENEFM – 3RD INTERNATIONAL CONGRESS ON ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY RELATED MATERIALS
Turquia • www.enefm2015.org

Mais eventos disponíveis em **www.ordemengenheiros.pt/pt/agenda**

edplabelec.com

EDP LABELEC. A EDP SOB OUTRO PRISMA.

Há um lado inovador e surpreendente que tem de conhecer. Nos laboratórios da EDP Labelec desenvolvemos soluções de engenharia, estudos e atividades laboratoriais, nas áreas de Testes e Ensaios, Ambiente, Certificação e Qualificação e Consultoria Energética.

edp labelec
CENTRO DE EXCELÊNCIA TÉCNICA DO GRUPO EDP

CERTIFICAÇÃO QUALIFICAÇÃO E INSPEÇÕES

TESTES E ENSAIOS

CONSULTORIA ENERGÉTICA

AMBIENTE

Saiba mais em **edplabelec.com**
Descubra esta outra dimensão da EDP.

CIN
E TUDO MUDA

DE: TAREFA IMPOSSÍVEL

PARA: TAREFA SIMPLIFICADA

NOVO

CHROMAGUIDE®, 1650 novas cores, exclusivas e inimitáveis.

Transforme uma tarefa impossível numa tarefa fácil. Agora já não tem de escolher as suas tintas taco a taco. Com 1650 novas cores organizadas de forma simples, o CHROMAGUIDE® foi criado especialmente para tintas de parede. Saiba mais sobre o CHROMAGUIDE® e outros materiais disponíveis em cin.pt ou em qualquer uma das 69 lojas da CIN.