

ENGenharia

Revista da Ordem dos Engenheiros Técnicos

ED. N.º 20 . MARÇO'26
Preço de capa: 2€
(distribuição gratuita para membros da OET)
SEMESTRAL | ISSN 2182-9624

Entrevista Elmano Margato.
Eng. Téc. de Energia e Sistemas
de Potência: "sempre tive orgulho
em ser Engenheiro Técnico"

Destaque Plano Geral
de Drenagem de Lisboa:
Inovação e resiliência
ao serviço da cidade

Artigo técnico Alta Velocidade
Lisboa-Porto/Madrid: Os traçados
alternativos entre Estação do
Oriente e Soure, incluindo a TTT

Antecipar riscos, otimizar recursos,
garantir continuidade.

**Ambiente,
sustentabilidade
e resiliência**



ORDEM DOS
ENGENHEIROS
TÉCNICOS



O **Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção**, (IMPIC, I.P.) é um organismo central com jurisdição sobre todo o território nacional, com sede em Lisboa.

É um instituto público dotado de personalidade jurídica, autonomia administrativa e financeira e património próprio, que prossegue atribuições sob tutela do Ministério da Habitação.

Tem por missão regular e fiscalizar o setor da **construção** e do **imobiliário**, dinamizar, supervisionar e regulamentar as atividades desenvolvidas neste setor, produzir informação estatística e análises setoriais e assegurar a atuação coordenada dos organismos estatais no setor, bem como a regulação dos **contratos públicos**.



www.impic.pt
dar forma ao futuro



03



04



10

02 Breves

Pequenas atualidades sobre o mundo da Engenharia.

03 Editorial

José Manuel Sousa

«Resiliência não é reação, é Engenharia!»

04 Entrevista

Elmano Margato: o percurso de Elmano Margato na engenharia e no ensino.

10 Destaque

Ambiente, sustentabilidade e resiliência

Num contexto de risco climático, pressão hídrica, transição energética e crescente digitalização, a engenharia é chamada a integrar ambiente, sustentabilidade e resiliência numa mesma equação.

12 Plano Geral de Drenagem de Lisboa

Concebido para reforçar a capacidade de resposta da cidade a eventos extremos de precipitação, o Plano Geral de Drenagem de Lisboa representa uma das mais relevantes intervenções de engenharia hidráulica urbana realizadas em Portugal nas últimas décadas.

32 Artigo técnico

Sistemas de armazenamento de energia em baterias ligadas à rede elétrica.

38 Artigo técnico

Alta Velocidade Lisboa–Porto / Madrid: Os traçados alternativos entre a Estação do Oriente e Soure, incluindo a Terceira Travessia do Tejo (TTT).

42 Opinião

José Manuel Delgado

Aqueduto dos Pegões (Tomar): o parente pobre do património nacional.

44 Colégios

Os Colégios da Especialidade da OET reúnem engenheiros por área técnica, promovendo a valorização, partilha de conhecimento e desenvolvimento da profissão. Nesta edição temos artigos dos Colégios de Engenharia Agrária, Alimentar, Ambiente, Geral e de Projeto, Informática, Materiais, Industrial e Qualidade, Proteção Civil, e Segurança.

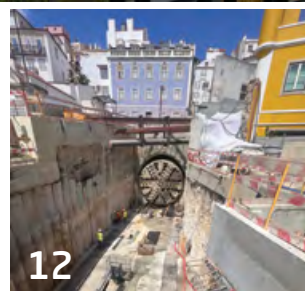
60 Sociedade

Joaquim Pereira

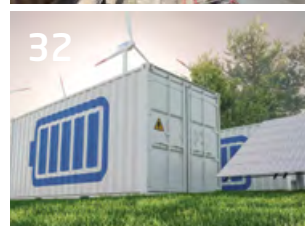
A engenharia ensinou-lhe método e rigor. A música deu-lhe palco, expressão e uma vida inteira de dedicação. Joaquim Pereira é o exemplo de como talento e paixão podem conduzir a percursos inesperados.

62 Secções Regionais

As secções regionais da OET aproximam a Ordem dos seus membros em todo o país, promovendo a formação, o apoio técnico e o envolvimento local, fortalecendo a engenharia e a coesão territorial.



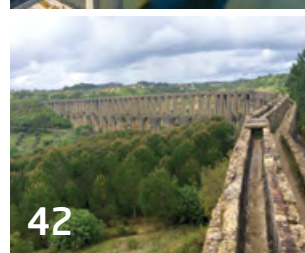
12



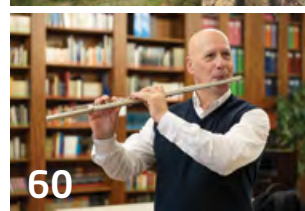
32



38



42



60

FICHA TÉCNICA

Direção: José Manuel Sousa | **Subdireção:** Isabel Morgado e Maria do Céu Rodrigues | **Conselho de redação:** Nuno Cota e Luís Santos | **Redação:** Selma Rocha | **Colaboração:** André Amorim, André Pavão, António Sequeira Correia, Carla Rosa, Cláudio Ramos, Débora Santos, Elisabete Simões, Hugo Deodato, João Santos Silva, Jorge Graterol, José Delgado, José Fernandes, José Manuel Sousa, José Ortiz, Juan Santos, Luís Assunção, Mário de Matos, Nelson Antunes, Paulo Gordinho, Paulo Moradas, Pedro Pinto, Pedro Santos Silva, Rui Brito, Sara Pavão, Selma Rocha, Tiago Andrade Gomes, Vitor Reis | **Design:** Miguel Rocha | **Fotografia:** Vítor Lopes | **Periodicidade:** Semestral | **Impressão:** Felprint - indústria gráfica, Lda. | **Tiragem:** 18 500 exemplares | **Propriedade:** Ordem dos Engenheiros Técnicos | **Morada:** Praça Dom João da Câmara, 19, 1200-147 Lisboa | **E-mail:** cdn@oet.pt | **Telefone:** 213256327 | **Pessoa coletiva:** 504 923 218 | **ISSN:** 2182-9624 | **Depósito legal:** 361155/13 | Isento de registo ao abrigo da Lei n.º 2/99 e da alínea a) do n.º 1 do artigo 12.º do Decreto Regulamentar n.º 8/99, de 9 de Junho. | A Revista ENGenharia adota o novo acordo ortográfico. No entanto, em alguns artigos, os autores não o utilizam. Sendo esse um direito deles, a revista ENGenharia respeita-o e reproduz os respetivos artigos na forma ortográfica em que foram escritos.



Ordem mobiliza bolsa de especialistas para apoiar reconstrução após depressão Kristin

A Ordem dos Engenheiros Técnicos (OET) constituiu uma bolsa de especialistas para apoiar a recuperação das regiões afetadas pela Depressão Kristin e por outros fenómenos climáticos recentes no centro do país.

A iniciativa resulta de um protocolo de colaboração entre a OET e outras ordens profissionais, em articulação com várias comunidades intermunicipais da região centro. O apoio técnico centra-se na realização de vistorias e na validação de processos necessários para o acesso a apoios públicos destinados à recuperação de habitações e atividades económicas.

O protocolo envolve as comunidades intermunicipais de Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, Comunidade Intermunicipal do Médio Tejo, Comunidade Intermunicipal do Oeste e Vale do Tejo, Comunidade Inter-

municipal da Beira Baixa e Comunidade Intermunicipal da Região de Leiria, respondendo à necessidade de técnicos qualificados que muitas autarquias não possuem em número suficiente nos seus quadros.

Coordenada pela Secção Regional do Centro da OET, a bolsa foca-se em quatro especialidades consideradas prioritárias: Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Proteção Civil e Engenharia de Energia e Sistemas de Potência. A iniciativa conta já com mais de 200 engenheiros técnicos de todo o país, evidenciando a forte mobilização da classe para apoiar a recuperação das zonas afetadas.

Os membros da Ordem interessados em integrar esta missão podem formalizar a sua adesão através do e-mail srcentro@oet.pt, indicando a respetiva identificação profissional. ■

Debate sobre reabilitação urbana em Lisboa

O Bastonário da Ordem dos Engenheiros Técnicos, José Manuel Sousa, participou numa mesa-redonda da sessão de abertura da Semana da Reabilitação Urbana de Lisboa, dedicada aos desafios da reabilitação e do licenciamento no setor da construção.

A sessão foi moderada pela jornalista da CNN Portugal, Raquel Matos Cruz, e contou com a participação de António Carias de Sousa, da Ordem dos Engenheiros – Região Sul, Hugo Santos Ferreira, da APPII, e Patrícia Barão, da APEMIP.

Durante o debate, José Manuel Sousa defendeu que a simplificação do licenciamento é necessária, mas não pode “significar a transferência da responsabilidade do setor público para os projetistas”, sublinhando a importância de uniformizar procedimentos, garantindo simultaneamente celeridade e segurança técnica. ■



Participe na ENGenharia!

Agradecemos o *feedback* e sugestões recebidas ao número anterior #19. Queremos tornar a nossa revista **ENGenharia** cada vez melhor e mais próxima de si, por isso convidamo-lo a partilhar connosco o que mais gostou, o que acha que poderemos melhorar e que temas gostaria de ver nas próximas edições. Envie as suas **sugestões e comentários** para o nosso e-mail: revista@oet.pt. A sua participação é essencial para construirmos juntos uma revista cada vez mais relevante e interessante para a nossa classe profissional. Participe e faça parte desta renovação! ■

CDN reuniu nos Açores

A Ordem dos Engenheiros Técnicos realizou, a 28 de fevereiro, uma deslocação oficial à Região Autónoma dos Açores, marcada por uma reunião descentralizada do Conselho Diretivo Nacional (CDN) e pela tomada de posse dos Delegados e Delegados Adjuntos de Ilha, bem como dos representantes regionais nos Colégios de Especialidade Nacionais.



A reunião decorreu na sede da Secção Regional, em Ponta Delgada, com a participação dos órgãos regionais, no âmbito da estratégia de descentralização das reuniões nacionais, que pretende reforçar a proximidade com os profissionais e instituições da Região.

Durante a tarde realizou-se a cerimónia de tomada de posse, presidida pelo Presidente da Mesa da Assembleia Geral e com a presença dos dirigentes dos órgãos nacionais.

A iniciativa assinalou também o primeiro ano de mandato dos atuais órgãos nacionais e regionais, reforçando a representatividade dos engenheiros técnicos dos Açores e a ligação da Ordem às instituições regionais. ■

Resiliência não é reação, é Engenharia

Caros Colegas

Num tempo marcado por uma crescente incerteza climática e por eventos extremos cada vez mais frequentes, o domínio do Ambiente, Sustentabilidade e Resiliência deixou de constituir uma opção estratégica para se afirmar como um imperativo nacional. Nos últimos anos, Portugal tem sido confrontado com um número crescente de fenómenos climáticos extremos, cujo culminar trágico, no mês de fevereiro, evidenciou, de forma inequívoca, a vulnerabilidade do nosso território às alterações climáticas.

Enquanto Bastonário da Ordem dos Engenheiros Técnicos, entendo que as temáticas do Ambiente, da Sustentabilidade e da Resiliência devem hoje ocupar um lugar central na agenda nacional, não apenas enquanto desígnio político, mas antes como prioridade técnica e estrutural para o futuro do país.

Neste contexto, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas constituem um referencial essencial para a definição de políticas públicas que conciliem crescimento económico, proteção ambiental e coesão territorial. Contudo, a sua concretização exige mais do que compromissos programáticos, exige planeamento, regulação e, sobretudo, engenharia.

Na recente entrevista que tive oportunidade de conceder ao canal NOW, procurei precisamente sublinhar que a resiliência não se constrói apenas na resposta à emergência. Constrói-se, sobretudo, na prevenção, no ordenamento do território, no dimensionamento adequado das infraestruturas hidráulicas, de distribuição de energia, de comunicações, na estabilização de taludes, na gestão florestal e na implementação de soluções baseadas no risco.

É neste contexto que a Engenharia de Proteção Civil assume uma relevância estratégica incontornável.

Esta especialidade, cuja regulação é da exclusiva responsabilidade da Ordem dos Engenheiros Técnicos, desempenha um papel determinante na identificação, mitigação e gestão de riscos naturais e tecnológicos, contribuindo de forma decisiva para a salvaguarda de pessoas e bens.

A consolidação e valorização destas competências técnicas são essenciais para garantir uma resposta estruturada, preventiva e eficaz às ameaças que tenderão a intensificar-se nas próximas décadas.

Face às adversidades climáticas que se perspetivam para o futuro próximo, considero ser fundamental que Portugal avance para a definição de um verdadeiro **Plano Nacional de Resiliência** que permita, de forma integrada e multidisciplinar, não apenas reparar os danos causados pelos eventos recentes, rompendo com paradigmas ultrapassados, mas também incorporar soluções de adaptação que reforcem a capacidade de resposta futura do território.

Preparar o país para um contexto de maior incerteza climática é um desafio coletivo que exige visão estratégica, compromisso institucional e competência técnica. A engenharia, pela sua capacidade de antecipação e pela sua natureza transformadora, será necessariamente um dos pilares dessa resposta.

A Ordem dos Engenheiros Técnicos continuará empenhada em afirmar o papel da engenharia como elemento estruturante na construção de um país mais preparado, mais sustentável, mais seguro e mais resiliente. ■




Texto: **José Manuel Sousa**
Engenheiro Técnico Civil,
Bastonário da Ordem dos
Engenheiros Técnicos

“[...] as temáticas do Ambiente, da Sustentabilidade e da Resiliência devem hoje ocupar um lugar central na agenda nacional, não apenas enquanto desígnio político, mas antes como prioridade técnica e estrutural para o futuro do país.”

Entrevista a Elmano da Fonseca Margato

"Servir e não servir-me": o percurso de Elmano Margato na engenharia e no ensino



De origens humildes, apaixonado desde cedo pelas “engenhocas” e pelo funcionamento das coisas, Elmano da Fonseca Margato nunca traçou um plano fechado para a sua vida profissional. O percurso foi-se construindo passo a passo, entre salas de aula, laboratórios, cargos de gestão e uma dedicação constante ao ensino da engenharia. Nesta conversa, o Engenheiro Técnico e antigo presidente do Instituto Politécnico de Lisboa fala sobre o ISEL, o ensino superior, a Ordem dos Engenheiros Técnicos e os desafios que continuam a marcar a engenharia em Portugal.



Texto
Selma Rocha

Em primeiro lugar, começo por lhe pedir que fale um pouco sobre si: as suas origens, percurso académico e profissional.

Sou de opinião que um indivíduo nunca será bom juiz em causa própria. No entanto, sempre direi: tenho origens humildes, o meu pai era ferroviário e a minha mãe doméstica. Sempre confiaram em mim e nunca me condicionaram.

Realizei a 4.^a Classe na escola Primária do Entroncamento. Na Escola Industrial desta, então, vila, fiz o Curso Geral de Eletricidade, posteriormente, na Escola Industrial e Comercial de Tomar, hoje designada Jácome Ratton, realizei o Curso Complementar de Eletricidade, ambas as escolas já a lecionarem no enquadramento da Reforma Veiga Simão. O 25 de Abril de 1974 apanha-me a meio do curso complementar e,

terminado este, vem o Serviço Cívico. No ano letivo 1976/1977 ingresso no ISEL no Curso de Bacharelato em Energia e Sistemas de Potência. Depois, após um processo de seleção muito apertado, segue-se a continuação dos estudos no Instituto Superior Técnico.

No início, ao frequentar o ISEL, vinha todos os dias de comboio para Lisboa e ao fim da tarde regressava a casa no mesmo transporte. Atento o pouco tempo livre que eu podia dedicar ao estudo, partilhei com um colega o meu



Elmano Margato, aos 11 anos, Comunhão Solene

primeiro quarto em Lisboa, na zona da Baixa Pombalina.

Tive uma juventude como muitos da minha geração, discussões políticas de café, muito acesas, à mistura com leituras de autores revolucionários — que antes eram proibidos —, cinemas, bailes e festas de finalistas. Nas férias escolares — campismo junto às praias. E algumas das vezes com trabalho temporário prévio para poder suportar os custos inerentes à deslocação, pernoita e alimentação.

Devo referir que até 1974, o 5.º ano obtido num dos cursos proporcionados por uma escola industrial ou de comércio, hoje 9º ano de escolaridade, dava preparação adequada ao exercício de uma profissão de carácter mais prático, como por exemplo eletricista, mecânico, serralheiro, encarregado de obras, técnico

de contas, etc. Os detentores daqueles cursos eram muito procurados pela indústria e pelos serviços. Estávamos ainda no tempo do Estado Novo, no decorrer da guerra colonial, com barreiras à importação e o estímulo à produção nacional para servir empresas nacionais como a Metalúrgica Duarte Ferreira, Quimigal, Sorefame, Lisnave, Setenave, CP, OGMA, etc. O percurso académico e profissional foi realizado passo a passo, sem delineação prévia do que poderia vir a ser ou onde queria chegar, sempre assente em três princípios: ética, trabalho e dedicação. Os cargos de gestão académica que desempenhei aconteceram de forma natural, nunca antecipadamente desejados, sempre exercidos após ter sido sufragado pelos meus pares.

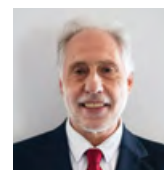
A engenharia surgiu por acaso ou foi uma decisão que veio desde a infância? Sempre quis ser Engenheiro?

Desde muito novo sempre me interessei pela realização de pequenos mecanismos, “engenhocas”, e à medida que, com a formação escolar, ia adquirindo competências, interessava-me pelo funcionamento dos rádios, das antenas, realizava pequenos alarmes e instalações elétricas. À altura tinha duas ideias em mente para o meu futuro profissional, ser piloto de aviões ou engenheiro eletrotécnico. De forma natural, prevaleceu a segunda opção.

O que considera que mais o marcou ao longo da sua vida profissional? Qual foi o seu maior desafio?

Eu não tenho um marco específico que possa destacar, tudo se desenrolou espontaneamente. Talvez possa dizer que me orgulho, enquanto docente com contacto direto com alunos ao longo de mais de trinta anos, tendo lecionado no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do ISEL, como professor convidado na Escola Superior de Tecnologia de Setúbal e no Mestrado em Engenharia Mecânica, que decorreu no ISEL sob a responsabilidade da FEUP, e com consciência de que era profissionalmente exigente, nunca ter tido conflitos com os alunos, alguns dos quais são hoje meus amigos.

Eu não tive um desafio que possa considerar maior. A minha vida profissional foi um contínuo de muitos e pequenos desafios. Permita-me esta analogia: quando olhamos e admiramos um edifício, vemo-lo como um todo e por vezes esquecemos que ele resultou da disponibilidade financeira do promotor da obra, do trabalho e contributo de muitos técnicos e de muitos trabalhadores anónimos. No meu caso, muito do que realizei não era possível sem o contributo de colegas, estudantes e funcioná-



BI

Elmano da Fonseca Margato

Engenheiro Técnico de Energia e Sistemas de Potência com formação académica completa até ao doutoramento e agregação, obtida no ISEL, Instituto Superior Técnico e Universidade da Beira Interior. Desenvolveu uma carreira académica de mais de quatro décadas como professor no ISEL (1980–2025), lecionando nas áreas da eletrónica industrial, máquinas elétricas, acionamentos de velocidade variável, tração e veículos elétricos.

Exerceu diversas funções de coordenação académica, incluindo a responsabilidade por cursos de especialização, licenciatura e mestrado em Automação, Eletrónica Industrial e Sistemas de Potência. Foi orientador de teses de mestrado e doutoramento, autor e coautor de patentes e numerosos artigos científicos, com participação ativa em projetos de investigação e desenvolvimento. Teve atividade relevante como investigador em centros de referência (CAUTL, CIEEE e INESC) e um percurso sólido na gestão académica e institucional, tendo sido Presidente do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e Automação, Presidente do Conselho Científico e Presidente do ISEL (2014–2016). Foi ainda Presidente do Instituto Politécnico de Lisboa (2016–2025). Integrou vários órgãos colegiais do ISEL e do IPL e foi membro do Conselho do Ensino Superior Militar, por designação governamental. Na vertente profissional, destaca-se a sua ligação à Ordem dos Engenheiros Técnicos, onde presidiu ao Colégio da Especialidade de Engenharia de Energia e Sistemas de Potência (2010–2021).



Conjuntamente com grupo de amigos na praia de São Martinho do Porto, em 1977

«O percurso académico e profissional foi realizado passo a passo, sem delineação prévia do que poderia vir a ser ou onde queria chegar, sempre assente em três princípios: ética, trabalho e dedicação.»

Apresentação de trabalho científico em congresso, ISIE, Budapeste, 1993

rios. No domínio do ensino superior, como em muitos outros, um homem sozinho não faz grande coisa! É necessário estar entrosado com os diferentes atores, docentes, estudantes e funcionários, e mobilizá-los para um objetivo concreto. Isto é aliciente e, ao mesmo tempo, muito difícil numa sociedade aberta, livre e democrática, onde os mais variados interesses e visões interagem. No entanto, direi que em todas as funções que desempenhei — docência, representação em órgão de gestão ou cargos de gestão —, pautei-me pela dedicação e sob os princípios atrás referidos. Procurei sempre dar o meu contributo, material, documental, organizacional ou estratégico, para a melhoria do ensino e em benefício da instituição. Tenho consciência de que exerci as funções que me foram confiadas com convicção e sentido de dever — servindo e não me servindo! Desde coisas simples a coisas mais estruturais, preocupei-me com a atualização dos *curricula*

das disciplinas que lecionei, com a aquisição do mais diverso equipamento industrial para o apetrechamento dos laboratórios, com o enquadramento e aproveitamento da mais valia trazida ao ensino no domínio das ciências da especialidade pelos docentes convidados, com a capacitação de competências académicas dos colegas docentes mais novos, pugnando sempre pelo reconhecimento social das instituições onde exerci cargos.

O ISEL sempre foi considerado uma referência no ensino académico da engenharia. Acha que continua a ser e porquê?

O ISEL foi e é uma escola de engenharia com identidade própria que foi construída ao longo de mais de um século. A par da sua congénere do Porto (ISEP), o ISEL tem vindo a dar, ao longo dos anos, um contributo de relevo na formação de engenheiros que exercem as suas funções na indústria, serviços e instituições de I&D, no espaço nacional e internacional. É, hoje, comum encontrar engenheiros formados pelo ISEL a realizar trabalhos de engenharia no espaço europeu, no Brasil ou em países africanos de expressão portuguesa.

Os engenheiros formados pelo ISEL são reconhecidos pela competência e pela sua fácil integração no mercado de trabalho, adequados ao grosso do tecido empresarial nacional, mas também com procura pelas grandes empresas nacionais e multinacionais.

Um aspeto que devo realçar é a capacidade de empreendedorismo que os engenheiros formados no ISEL possuem e que lhes permite a criação de empresas, das mais pequenas às maiores, nos diferentes domínios da engenharia cursada na escola. Poderia dar vários exemplos, mas eles são muitos e bem conhecidos da generalidade dos engenheiros técnicos.



Desta forma, numa instituição com um lastro desta dimensão, as alterações do perfil do corpo docente ou curriculares demoram anos a fazer sentir os seus efeitos na sociedade. É certo que o corpo docente da escola é agora mais qualificado do ponto de vista académico, até por razões inerentes à avaliação e acreditação dos cursos por parte da Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior (A3ES). Se esta nova realidade do corpo docente, só por si e sem o contributo ajustado de verdadeiros especialistas contratados como docentes convidados, melhora a formação proporcionada pela escola e permite manter as suas características, tenho algumas dúvidas.

A escola tem vindo a percorrer o caminho que é esperado das instituições de ensino superior: se não liderar, pelo menos preparar os seus formandos de modo a responderem às novas exigências da sociedade e à utilização das tecnologias emergentes nos diferentes domínios da engenharia. E isto, de uma maneira geral, tem vindo a acontecer no ISEL.

Onde é que eu descortino o problema geral em todo o espaço europeu? Na diminuição dos anos de formação por força da aplicação da Declaração de Bolonha (2007 no ISEL). Hoje são necessários apenas cinco anos de formação para a obtenção do grau de mestre, enquanto anteriormente à implementação daquela Declaração eram necessários sete. Ora, ninguém de bom senso achará que, no domínio da engenharia, uma formação de cinco anos proporciona as mesmas competências que uma formação de sete anos.

No entanto, é certo que a implementação dos princípios estabelecidos na Declaração de Bolonha trouxe coisas boas. Por exemplo, o estabelecimento de um espaço europeu de ensino superior permitiu a cooperação interinstitucional, promoveu a mobilidade dos estudantes, docentes e funcionários, a comparabilidade dos cursos lecionados nos diferentes países subscritores e o reconhecimento das formações realizadas através da transferência de créditos (ECTS). Convém, no entanto, recordar que aquando da implementação em Portugal desta Declaração, as universidades de forma generalizada e fugindo ao espírito da Lei, para se distinguirem dos politécnicos, criaram os chamados mestrados integrados – situação atualmente ultrapassada.

No seguimento da diminuição dos anos dos cursos de licenciatura, atrevo-me a dizer que, pelo menos no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do ISEL onde lectionei, as antigas licenciaturas bietápicas, dado o maior número de horas de contacto, proporcionavam melhor e mais vasta formação do que os



Elmano Margato, segundo a contar da esquerda, com alguns colegas de Eletrónica Industrial

atuais, e correspondentes, pares licenciaturas – mestrados. Este problema vai-se agravar com a tendência atual de diminuição das horas de contacto semanais: de cerca de 24 nas licenciaturas e mestrados para 21 nas licenciaturas e 18 nos mestrados. Sei que, noutros domínios do conhecimento como o das ciências sociais, são correntes 9 horas letivas semanais nos mestrados. Mas, o ensino das ciências exatas, nomeadamente o da engenharia, é muito diferente. Isto para não falar da tendência para a introdução do ensino a distância nas exíguas 18 horas semanais. Perde-se a mais valia do contato de proximidade professor-aluno, característica do ensino no ISEL, perde-se a vivência académica dos estudantes com consequências irreparáveis na sua formação cívica e na participação na vida da escola, perde-se a aprendizagem colaborativa desenvolvida por interação entre estudantes. Sim, não me parece que esta forma de trabalhar e ensinar no domínio da engenharia, mesmo podendo ter instituições ditas de referência a praticá-la, nos possa levar a bom porto.

Por outro lado, cada instituição possui uma realidade socioeconómica específica da sua população estudantil, o que, como está bem estudado, determina grande parte das competências científicas e culturais detidas pelos novos estudantes. Por este motivo, são necessárias abordagens de ensino distintas e adequadas aos diferentes estratos sociais de que provêm os estudantes.

Pelo que referi, gostaria de dizer que é perfeitamente justa a reivindicação do anterior Bastonário da OET, Engenheiro Técnico Augusto Guedes, de equiparar, para todos os efeitos legais e no domínio da engenharia, o grau de bacharel ao de licenciado pós-Bolonha.

«Os engenheiros formados pelo ISEL são reconhecidos pela competência e pela sua fácil integração no mercado de trabalho.»



Foto da parte experimental do doutoramento do Eng. Miguel Chaves que decorreu no Laboratório de Electrónica Industrial do ISEL, realizado em coorientação com o Prof. Fernando Silva do IST



Em cima, Elmano Margato, provas de Agregação em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores na Universidade da Beira Interior



«[...] hoje há institutos politécnicos que são universidades e universidades que são institutos politécnicos.»

Enquanto presidente do ISEL, no 9º Encontro Transportes, ISEL 25e 26 Junho de 2015



Fazendo a comparação com o presente e saltando para a realidade do ensino superior em Portugal, como vê os institutos politécnicos atualmente?

O sistema de ensino superior em Portugal é, formalmente, binário. No entanto, há uns anos a esta parte tem-se vindo a observar um deslocamento do ensino universitário para o espaço politécnico, com a lecionação de cursos de cariz mais técnico (artes plásticas, design, teatro, educação básica, artes visuais, gestão hoteleira, etc.). Ao invés, as instituições politécnicas têm vindo a invadir o espaço universitário ao lecionarem cada vez mais cursos com forte fundamentação teórica (engenharia biomédica, física, etc.) Com a publicação da Lei 16/2023, de 10 de abril, para a qual a OET muito se empenhou, foi aberta a possibilidade de os politécnicos realizarem formações de 3.º ciclo (doutoramento), o que hoje já acontece em várias destas instituições. Desta forma direi que, de um modo geral, cada subsistema realiza as formações nas áreas em que detém competências, condicionadas à avaliação e acreditação da A3ES. Este desenvolvimento do ensino superior em Portugal parece-me justo e adequado a um país que pretende utilizar todos os seus recursos formativos, mais preocupado com a qualidade e menos com o tipo de promotor (universidade ou politécnico). Hoje, entre as pessoas da área do ensino superior, ou conhecedoras deste domínio, está completamente ultrapassada a dicotomia universidade versus politécnico.

Finalizando, direi: hoje há institutos politécnicos que são universidades e universidades que são institutos politécnicos.

Na minha opinião, o futuro das instituições politécnicas que queiram vingar, no espaço nacional e internacional, como instituições prestigiadas e de referência passa, a curto-médio prazo, pela criação e qualificação de Centros de I&D intramuros. O resto virá, com naturalidade, por acréscimo.

Sempre tomou consciência da importância dos Engenheiros Técnicos e do seu contributo para o avanço da Engenharia. Quando surge o Associativismo?

Eu sempre tive orgulho de ser Engenheiro Técnico, nunca o escondi e sempre o afirmei. Esta classe profissional tem dado um relevante contributo ao desenvolvimento do nosso país, nas mais variadas áreas da engenharia e, também, da gestão, quer no exercício da profissão de engenheiro quer enquanto empreendedora criadora de empresas e de emprego.

Associo-me à OET por convite do Past-Bastonário Engenheiro Técnico Augusto Guedes e

do meu saudoso colega e amigo, Engenheiro Técnico Hélder Pita. E não estou nada arrependido, apenas orgulhoso!

Hoje a nossa Ordem é multidisciplinar e integra engenheiros com diferentes graus académicos. Isso não faz diferença entre nós. Pugnamos pela democracia, pela liberdade e pelo respeito mútuo, extensível a todos os outros profissionais de engenharia tão competentes como nós somos. Todos somos necessários e indispensáveis para realizar a construção de um país mais desenvolvido, mais próspero e socialmente mais justo.

Como analisa o contributo da OET na atribuição das qualificações profissionais aos diplomados de engenharia?

Penso que a atribuição de qualificações profissionais, por parte da OET aos seus membros, como seja o Título de Eng. Técnico Especialista ou de Eng. Técnico Sénior, é apropriada a uma Ordem que representa a classe dos engenheiros técnicos. Em todas as profissões há diferentes graduações para os seus colaboradores. A OET possui um regulamento e um sistema de avaliação rigoroso que tem em consideração os anos de experiência profissional relevante e, também, da formação complementar, académica ou profissional, obtida pelo candidato.

Em suma, trata-se de uma forma de reconhecer e hierarquizar o desempenho dos membros da Ordem, com critérios objetivos e mensuráveis, tendo em consideração as provas



Retrato de Elmano Margato por Mestre António Bessa, 2024



Elmano Margato, presidência do ISEL, abertura ano lectivo do ISEL, 26 outubro de 2015

dadas no exercício da profissão ao longo dos anos de serviço exigidos e podendo, eventualmente, abrir oportunidades profissionais aos detentores dessas qualificações.

O que há, ainda, para fazer na Engenharia em Portugal?

No domínio da engenharia, o trabalho nunca está concluído. Em Portugal ou em qualquer outra parte do mundo. A engenharia convive connosco no dia a dia. Está disseminada nas nossas casas, por detrás da produção e distribuição dos diferentes tipos de energia, nos transportes, nas comunicações, na segurança, dá apoio aos diagnósticos e à terapêutica na saúde, proporciona a melhoria da qualidade de vida de muitos cidadãos com necessidade especiais. Enfim, a sociedade não pode prescindir da engenharia e os governos, ou as Ordens, têm que se preocupar em regular a qualidade formativa dos seus engenheiros. É uma profissão com implicações sérias na vida de cada um de nós e não pode ser deixada ao livre arbítrio do mercado formativo.

Uma última pergunta: se pudesse transmitir uma mensagem aos jovens estudantes de engenharia, tendo em conta a sua experiência de vida, o que lhes diria?

Primeiro, que os estudantes escolham um curso que lhes proporcione competências no domínio da engenharia pela qual se interessam. É muito importante ter gosto pelo que se está a aprender.

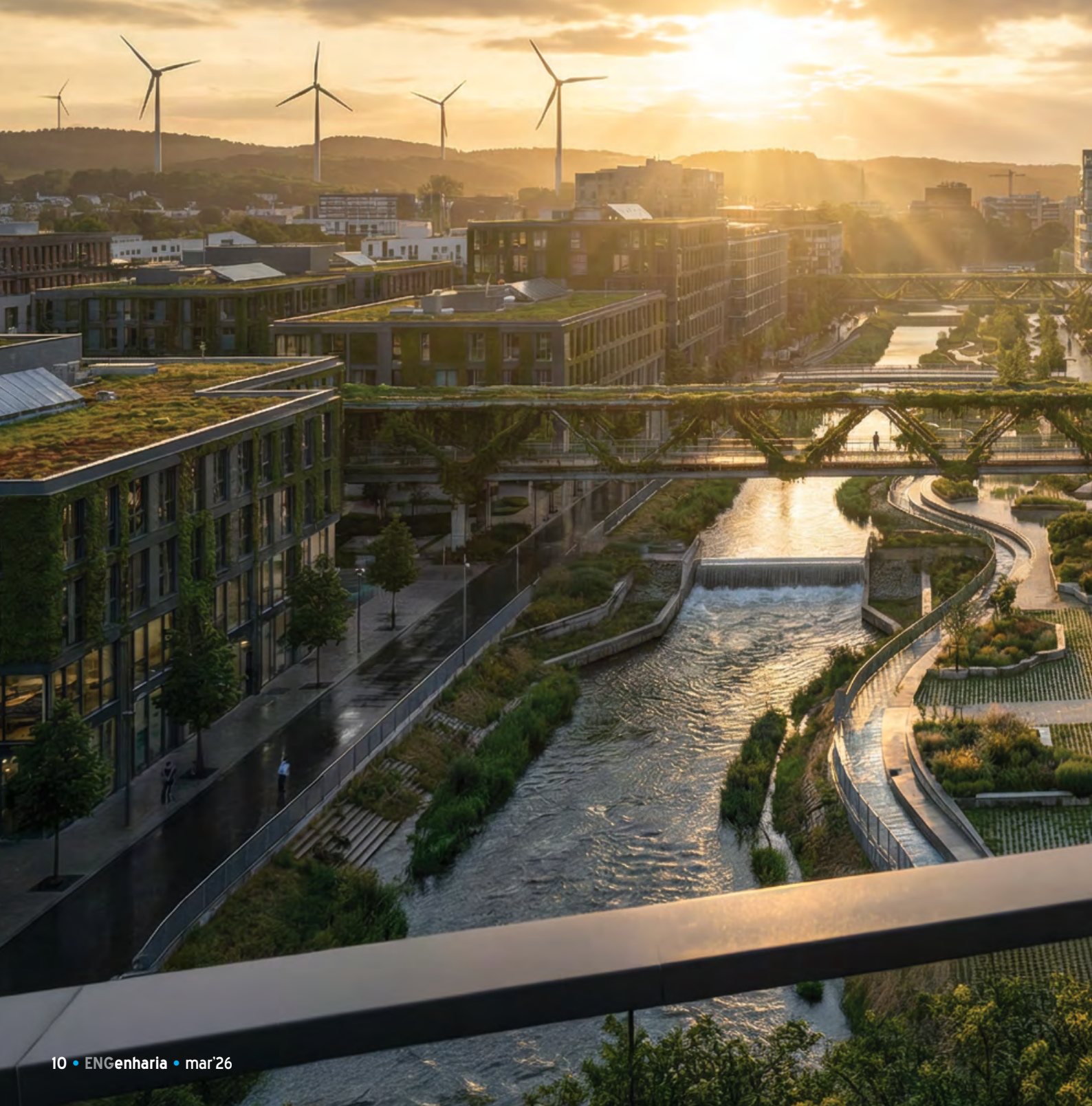
Depois diria que tenham uma vida académica ativa, frequentem as aulas — não só as obrigatórias —, interessem-se pela sua instituição, participem nos órgãos de gestão onde possam ter representação e, também, no seu movimento associativo.

Que vivam esta fase das suas vidas de forma completa e abrangente; com espaço para o estudo, para o desporto, para a cultura e, também, lúdico.

E, não menos importante, o engenheiro deve ter engenho, possuir criatividade e sentido crítico. ■

«[...] a sociedade não pode prescindir da engenharia e os governos, ou as Ordens, têm que se preocupar em regular a qualidade formativa dos seus engenheiros.»

Ambiente, sustentabilidade e resiliência



Num contexto de risco climático, pressão hídrica, transição energética e crescente digitalização, a engenharia é chamada a integrar ambiente, sustentabilidade e resiliência numa mesma equação. Dos incêndios à gestão da água, da mobilidade à cibersegurança, esta secção reúne abordagens que reforçam a capacidade de adaptação dos sistemas, infraestruturas e cadeias de valor, antecipando riscos e construindo soluções duráveis para um futuro mais seguro.





Poço de saída da TBM em Sta. Apolónia

Plano Geral de Drenagem de Lisboa: **inovação e resiliência ao serviço da cidade**

O Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL) representa uma das mais relevantes intervenções de engenharia hidráulica urbana realizadas em Portugal nas últimas décadas. Concebido para reforçar a capacidade de resposta da cidade a eventos extremos de precipitação, integra um conjunto de soluções técnicas inovadoras, onde se incluem os túneis de drenagem e o sistema de desvio de caudal dos coletores principais, o qual integra os sistemas de dissipação de energia (Poços Vórtices).

Lisboa enfrenta, cada vez mais, impactos de fenómenos climáticos extremos, especialmente inundações repentinas provocadas por chuvas intensas, que afetam infraestruturas, população e património histórico. A urbanização acelerada, com impermeabilização dos solos e canalização de linhas de água, aliada ao aumento populacional e às alterações climáticas, tem agravado a pressão sobre o sistema de drenagem existente.

Para responder a este desafio, a Câmara Municipal de Lisboa criou o Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL), uma iniciativa estratégica que combina **inovação tecnológica, planeamento urbano e resiliência climática**. O plano contempla vetores diretores como o controlo na origem, por meio de bacias de retenção e trincheiras de infiltração, o reforço da capacidade de transporte e a modernização da rede de drenagem existente, a transferência de caudais entre bacias, assegurada pelos túneis de drenagem e o aprofundamento do conhecimento sobre a rede de saneamento de Lisboa e o seu funcionamento. Entre estes, destaca-se como principal o vetor da transferência de caudais entre bacias, concretizado pelos túneis de drenagem.

Elementos centrais do PGDL, os túneis de drenagem foram projetados para gerir grandes volumes de águas pluviais num curto espaço de tempo. Os túneis TMSA (4,6 km) e TCB (1,1 km), ambos com 5,5 m de diâmetro, terão capacidade para transportar caudais de 170 m³/s e 147 m³/s, respetivamente. O TMSA inclui ainda uma bacia antipoluição de 16.440 m³ e sistemas de tratamento das primeiras águas pluviais antes da sua descarga.

A geologia complexa de Lisboa levou à adoção de uma tuneladora TBM-EPB (Tunnel Boring Machine - Earth Pressure Balance), adequada a diferentes tipos de terrenos. Paralelamente,

o projeto adotou a metodologia *Building Information Modeling* (BIM) como eixo de gestão da informação desde o concurso. Isto permitiu coordenar especialidades em 3D, planear etapas de construção no tempo, acompanhar quantidades e registar o executado para a manutenção futura. Uma plataforma digital comum assegurou controlo de versões, histórico de decisões e colaboração transparente entre dono de obra, projetistas, empreiteiro e fiscalização.

Em obra, esta base digital foi integrada com o sistema de informação geográfica (SIG) da cidade. Passou a ser possível visualizar o projeto num ambiente 3D acessível em *browser*, analisar eventuais conflitos com redes existentes e comunicar soluções de forma clara. O planeamento 4D ligou o modelo ao cronograma e registos fotográficos 360° ajudam a confirmar o progresso e reforçar a segurança. O resultado são menos conflitos e duplicação de trabalho, decisões mais rápidas e melhor comunicação com decisores e cidadãos, preparando a criação de um gêmeo digital para operar e manter o sistema no futuro.

Em síntese, o PGDL representa uma resposta estruturada e inovadora às inundações urbanas, reforçando a resiliência de Lisboa face às alterações climáticas e preparando a cidade para os desafios das próximas décadas.

Infraestruturas Principais

O sistema estruturante do PGDL assenta em duas grandes infraestruturas subterrâneas:

- **Túnel Monsanto – Santa Apolónia (TMSA):** túnel de drenagem profunda com cerca de 5 km de extensão, diâmetro interior de 5,5 m, cota média de 35 m, executado com TBM;
- **Túnel Oriental (TC1–TC2):** infraestrutura complementar com função de reforço hidráulico na zona oriental.



Texto: Hugo Deodato

Engenheiro Técnico Licenciado pré-Bolonha em Engenharia Civil, Colaborador na Equipa de Projeto do Plano Geral de Drenagem da Câmara Municipal de Lisboa



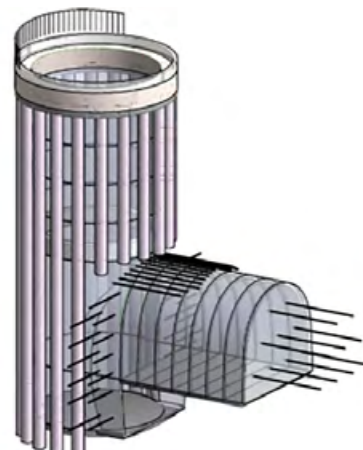
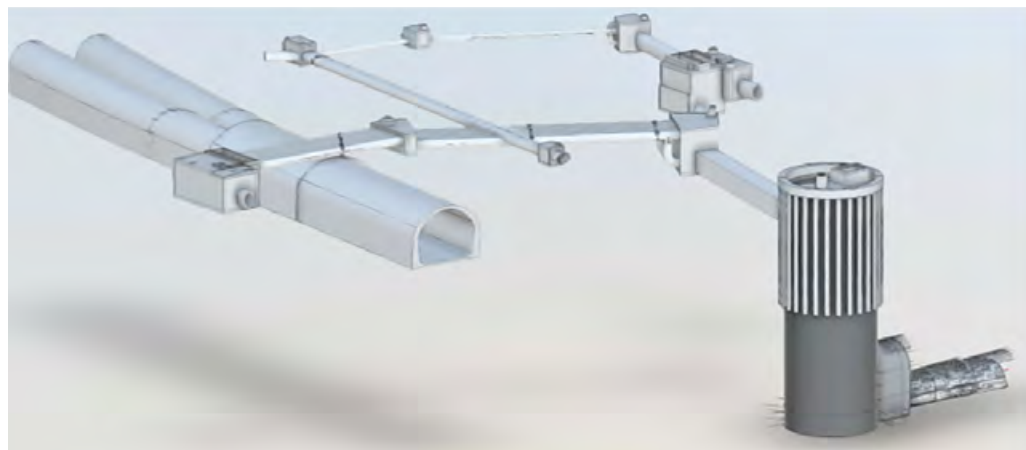
Texto: Tiago Andrade Gomes

Mestre em Engenharia Civil, Colaborador na Equipa de Projeto do Plano Geral de Drenagem da Câmara Municipal de Lisboa



Texto: Paulo Gordinho

Engenheiro Técnico Licenciado Geologia Aplicada e do Ambiente e Mestre em Engenharia Civil, Colaborador na Equipa de Projeto do Plano Geral de Drenagem da Câmara Municipal de Lisboa



Modelo Poço TM2 em BIM. LOD geral da obra P04: 300; LOD da zona do Poço: 350



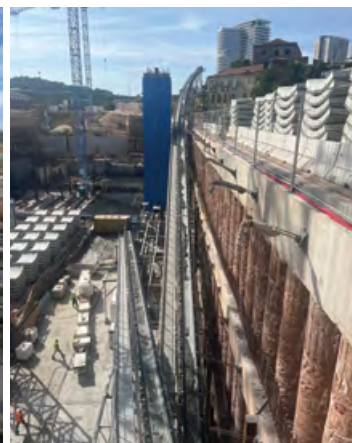
Veículo MSV que transporta as aduelas



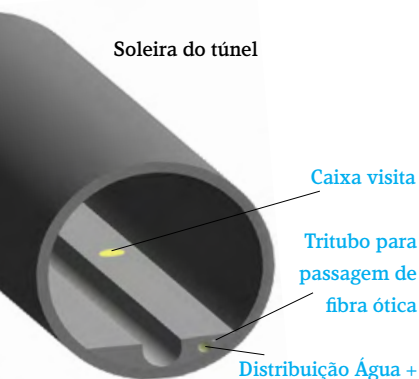
Preparação da Estrutura de reação e escudo alinhado com o emboque



Desvio de Caudal do Caneiro de Alcântara para a Bacia



Vista sobre o Reservatório em fase de construção



Marco de Água +

Estes túneis são interligados a poços verticais tipo *vortex shaft* que permitem a transferência do caudal excessivo e a dissipação controlada de energia, reduzindo o desgaste na infraestrutura. O sistema integra ainda galerias de ligação, reabilitação do Caneiro de Alcântara e soluções SUDS (Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável) (bacias de retenção, infiltração e pavimentos permeáveis).

Plano de Segurança e Saúde – enquadramento legal e operacional

A estratégia de segurança assenta em quatro vetores principais: planeamento preventivo, controlo operacional, formação contínua e integração com os Bombeiros e a Proteção Civil. A implementação efetiva da segurança em obra constitui um desafio multifacetado, especialmente em empreendimentos subterrâneos de grande escala como o PGDL. Para além do cumprimento formal das normas legais, a realidade operacional envolve a gestão de contextos construtivos dinâmicos, frentes de trabalho simultâneas e interfaces complexas entre equipas de diferentes especialidades.

A variabilidade geotécnica, a limitação de acessos, as condições atmosféricas específicas em túnel (ventilação, iluminação e confinamento) e a necessidade de coordenação com entidades externas, como bombeiros e proteção civil, exigem uma abordagem de segurança proativa, integrada e adaptativa. Adicionalmente, fatores humanos, como a rotatividade de mão de obra, diferenças culturais e níveis distintos de literacia em segurança, reforçam a importância de estratégias robustas de formação, comunicação e fiscalização contínua.

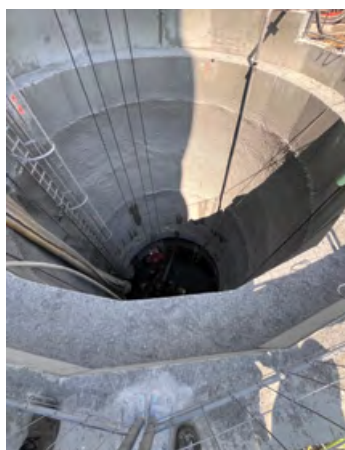
Avaliação e Controlo de Riscos em Túnel

A execução de túneis com TBM e NATM (*New Austrian Tunneling Method*) implica riscos específicos, nomeadamente instabilidade de frente, queda de blocos, insuficiência de ventilação e incêndios em espaço confinado. O controlo de risco baseia-se em sistemas de ventilação, deteção de gases, comunicação bidirecional, iluminação de emergência e planos de evacuação testados. A coordenação com o Regimento de Sapadores Bombeiros de Lisboa é central para garantir capacidade de resposta.

Túnel TMSA



Poço vórtice Av. Almirante Reis



Poço vórtice Av. Liberdade



Galeria de Ligação ao TMSA



Gestão de Emergências e Resposta Operacional

Foram estabelecidos Planos de Emergência internos e externos, com definição de rotas de fuga, zonas seguras, meios de combate a incêndio, pontos de comunicação e procedimentos de evacuação vertical. Para garantir a prontidão das equipas operacionais e entidades externas, são realizados simulacros regulares abrangendo cenários como evacuação em túneis, falhas de ventilação, incêndios, incidentes com produtos perigosos e situações de resgate em espaços confinados. Estes exercícios permitem testar a eficácia dos planos de emergência, avaliar a coordenação entre equipas e identificar oportunidades de melhoria.

Redução do Risco de Cheias

Em conclusão, o PGDL reduz de forma estrutural o risco de cheias em Lisboa ao articular os túneis de drenagem, poços vórtice e ligações à rede existente num sistema coerente de transferência de caudais e controlo na origem. Este arranjo cria redundância e segurança hidráulica, permitindo encaminhar picos de precipitação para o rio Tejo, dissipar energia antes da entrada na rede e proteger pontos críticos da cidade. Em complemento, as intervenções de reabilitação e ligação aos coletores e caneiros existentes, articuladas com soluções na origem, reduzem extravasamentos e melhoram a qualidade da água que retorna ao meio recetor. A opção por escavação mecanizada com TBM minimiza condicionamentos de superfície, encurta janelas de ocupação do espaço público e eleva o padrão de segurança operacional, graças a melhores condições de ventilação, acessos de emergência dedicados e maior previsibilidade de produção em meio urbano denso. Para o futuro, a base digital e geoespacial construída, que integra modelos 3D, registos do executado e a infraestrutura de reutilização Água+, prepara a cidade para gerir e manter o ativo com eficiência, através de rotinas de manutenção planeada, indicadores de desempenho e apoio à decisão. A integração BIM/SIG facilita análises de cenários e priorização de investimentos. Além de reforçar a resiliência climática, o sistema promove uso eficiente de recursos hídricos ao disponibilizar água reciclada para rega, lavagem urbana ou combate a incêndios, alinhando-se com objetivos de adaptação e economia circular. O PGDL constitui, assim, um referencial prático e transferível para políticas urbanas de água e para projetos subterrâneos noutras cidades, combinando utilidade pública, robustez técnica, valor ambiental e ganhos socioeconómicos tangíveis. ■



Avaliação da Equipa do RSB Lisboa para efetuar um simulacro



Simulacro no Túnel TMSA

Avaliação do ciclo de vida e pegada ecológica na Construção Civil

O Papel dos materiais reciclados na transição para a Economia Circular

O setor da construção civil é um dos maiores consumidores de recursos naturais e produtores de resíduos na União Europeia, sendo responsável por **25-30% dos resíduos totais**.



Texto: Cláudio Ramos
Engenheiro Técnico do Ambiente,
Licenciado em Engenharia do
Ambiente IPVC – ESA Ponte de
Lima. Desempenha funções como
Chefe de Divisão da Divisão de
Ambiente no Município de Santa
Cruz – Madeira.

A Diretiva 2008/98/CE estabeleceu a meta de 70% de preparação para reutilização, reciclagem e valorização de resíduos de construção e demolição (RCD), reforçada pelo Pacote da Economia Circular, **Diretiva (UE) 2018/851**. Em Portugal, o **Decreto Lei n.º 102D/2020** transpõe estas diretivas e promove a valorização de RCD, sendo prática corrente exigir a incorporação mínima de 10% em peso de materiais reciclados em obras públicas. Paralelamente, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) sublinha que a transição para a neutralidade carbónica exige uma transformação profunda na forma como projetamos e construímos edifícios. A **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)** e a pegada ecológica surgem como ferramentas essenciais para quantificar impactos e orientar decisões sustentáveis. Este artigo integra estes dois domínios — ACV e economia circular — analisando o papel dos materiais reciclados na redução da pegada ecológica do setor.

A ACV segue as normas ISO 14040 e ISO 14044, que estruturam o processo em quatro fases: definição de objetivo e âmbito, inven-

tário, avaliação de impactos e interpretação. Para a quantificação da pegada de carbono, aplica-se a ISO 14067, enquanto a EN 15804 define as regras para **Declarações Ambientais de Produto (EPD - Environmental Product Declarations)** no setor da construção. Ao nível do edifício, a EN 15978 estabelece as fronteiras do ciclo de vida, desde a produção até ao fim de vida.

A APA destaca que a integração da ACV em políticas públicas e práticas de projeto permite identificar fases críticas de impacto, apoiar escolhas de materiais e promover soluções de menor intensidade carbónica. A utilização de bases de dados europeias, como as da *“European Platform on LCA”*, reforça a consistência dos resultados.

Pegada ecológica dos materiais de construção

A pegada ecológica resulta dos impactos ambientais associados ao ciclo de vida dos materiais. A produção de **cimento** e **aço** é responsável por uma parte significativa das emissões industriais de CO₂ na UE, sendo identificada como prioritária no **Pacto Ecológico Europeu**. A extração de agregados naturais implica degradação de ecossistemas, consumo energético e emissões associadas ao transporte. No fim de vida, a deposição de RCD em aterro representa perda de recursos e contraria os princípios da economia circular.

A utilização de **materiais reciclados** reduz a necessidade de extração de matérias-primas virgens, diminui a energia incorporada e contribui para a redução das emissões de gases com efeito de estufa. A APA reconhece esta prática como uma das medidas mais eficazes para reduzir o impacto ambiental do setor.

Enquadramento europeu e nacional

A política europeia para os RCD assenta na hierarquia dos resíduos, priorizando a prevenção, reutilização e reciclagem. O Protocolo Europeu de Gestão de RCD estabelece orientações para demolição seletiva, triagem e rastreabili-

dade, essenciais para garantir a qualidade dos materiais reciclados. O quadro **Level(s)** (quadro europeu voluntário para avaliar e reportar o desempenho ambiental e de sustentabilidade dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida) introduz indicadores harmonizados para edifícios sustentáveis, incluindo ACV, circularidade e conteúdo reciclado, aproximando a prática de projeto dos objetivos do Pacto Ecológico Europeu.

Os métodos de **Pegada Ambiental de Produto** (PEF - *Product Environmental Footprint*) promovem a comparabilidade entre soluções construtivas, reforçando a necessidade de dados consistentes e transparentes.

Em Portugal, o **Decreto Lei n.º 102D/2020** reforça a valorização de RCD e a necessidade de melhorar a qualidade dos fluxos recolhidos. A APA e o Plano de Ação para a Economia Circular incentivam a utilização de materiais reciclados, promovendo a demolição seletiva e a triagem eficiente como condições essenciais para garantir a qualidade dos materiais secundários. Estudos do LNEC demonstram que agregados reciclados provenientes de betão e cerâmica podem cumprir requisitos técnicos para diversas aplicações, desde camadas de pavimentos a betões não estruturais, desde que exista controlo de qualidade rigoroso. A DGEG reforça a importância de reduzir a extração de agregados naturais, incentivando alternativas recicladas como forma de diminuir pressões sobre recursos geológicos e ecossistemas.

Materiais reciclados aplicáveis na construção

Os principais materiais reciclados utilizados em Portugal e na UE incluem:

- Agregados reciclados de betão e cerâmica, aplicáveis em pavimentos, enchimentos e betões de baixa responsabilidade estrutural.
- Aço reciclado, cuja reciclagem reduz significativamente a energia incorporada.
- Plásticos reciclados, usados em isolamento, tubagens e elementos modulares.
- Madeira reciclada, aplicada em painéis e revestimentos.
- Vidro reciclado, utilizado em agregados leves e isolamentos.

A qualidade destes materiais depende de triagem eficiente, demolição seletiva e certificação, aspetos reforçados pelo Protocolo Europeu de RCD.

A análise integrada da bibliografia e das orientações da APA permite identificar três tendências principais:

- Descarbonização dos materiais, com destaque para betões de baixo teor de clínquer,

aço reciclado e materiais naturais como madeira e cortiça.

- **Importância crescente das EPD**, que permitem comparações transparentes e baseadas em normas harmonizadas.
- Integração da **circularidade no projeto**, reforçada pela exigência de 10% de materiais reciclados em obras públicas e pela necessidade de reduzir a deposição de RCD em aterro.

A pegada ecológica complementa a ACV ao evidenciar a pressão global sobre recursos biológicos. Portugal apresenta um défice ecológico estrutural, o que reforça a urgência de reduzir consumos e emissões no setor da construção.

Transição para uma construção mais sustentável

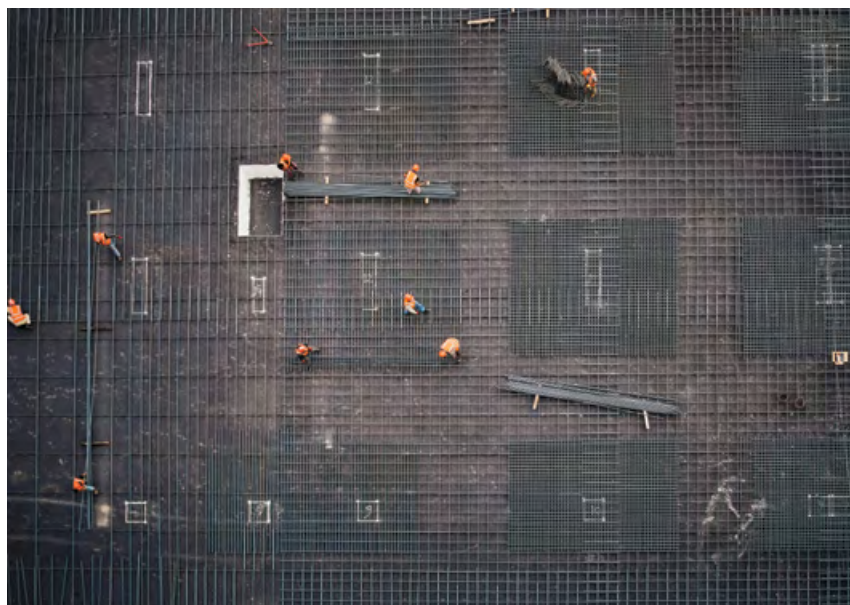
A integração de materiais reciclados na construção, apoiada por diretivas europeias e legislação nacional, constitui um passo decisivo para reduzir a pegada ecológica do setor. Para consolidar esta transição, recomenda-se:

- Reforçar a demolição seletiva e a **rastreabilidade dos RCD**.
- Promover a **certificação** de materiais reciclados.
- Integrar sistematicamente a **ACV** no projeto.
- Incentivar materiais de baixo impacte e **soluções circulares**.
- Capacitar projetistas e entidades públicas para o uso de ferramentas **de ACV**.

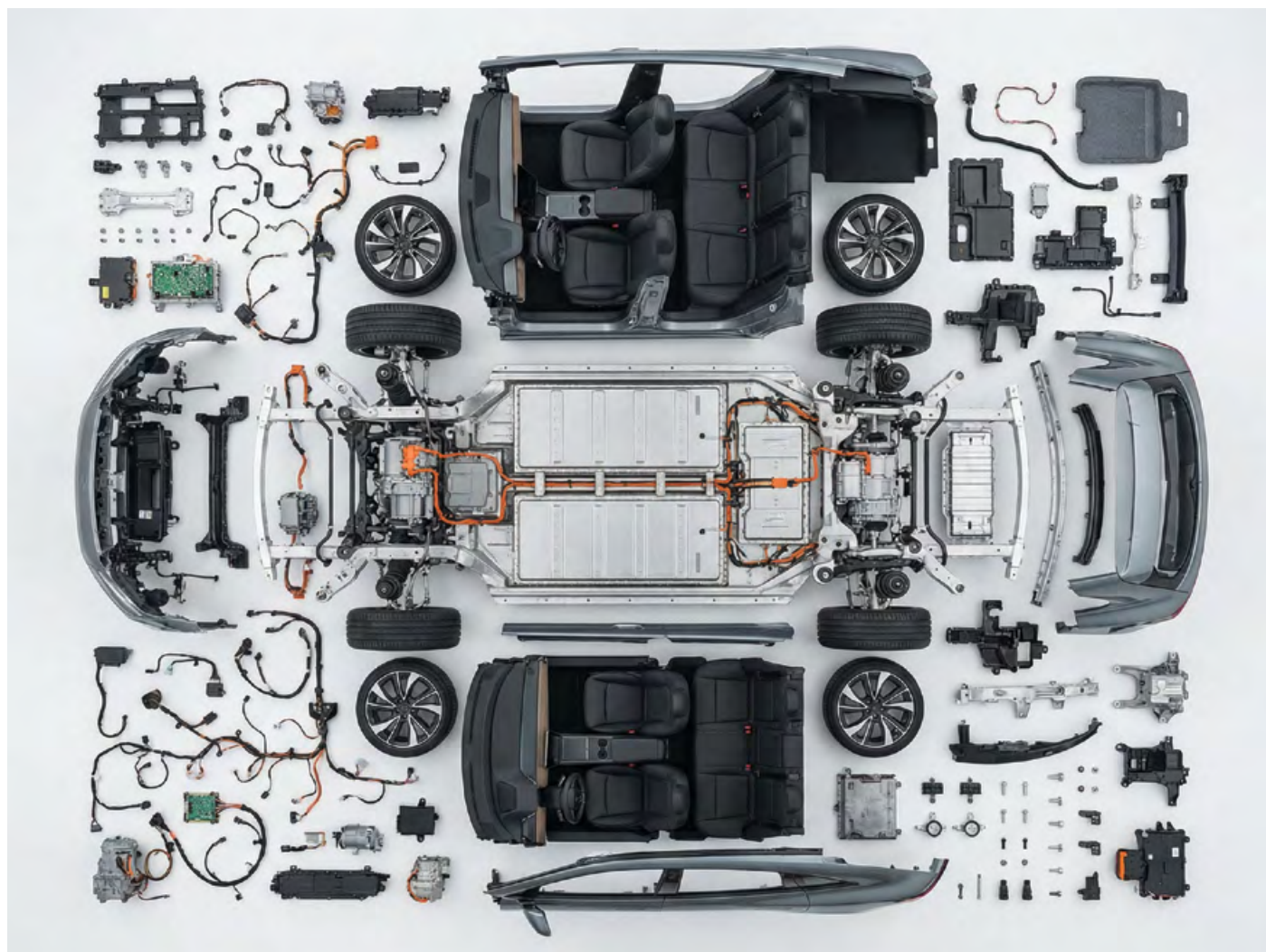
A construção sustentável depende da articulação entre políticas públicas, inovação técnica e mudança de práticas no setor, alinhada com os objetivos ambientais da União Europeia e com as orientações da APA. ■



“A integração de materiais reciclados é um passo decisivo para reduzir a pegada ecológica do setor da construção.”



© Saad Salim - Unsplash



O Automóvel e os desafios da sustentabilidade

O automóvel é provavelmente o produto/bem mais escrutinado, acompanhado, regulado e, mais recentemente, completamente condicionado. Neste texto aborda-se apenas uma parte dos desafios da sustentabilidade.



Texto: Pedro Santos Silva
Membro OET Especialidade
Engenharia Mecânica
Especialista na Construção e
Reparação de Veículos a Motor
Professor Adjunto Licenciatura
Engenharia Mecânica
Automóvel, ISEP

Para quem não está por dentro do mundo do automóvel, terá menos noção de tudo o que é feito em prol da sustentabilidade. Atermo-nos apenas ao facto de no fim de vida do veículo as matérias-primas poderem vir a ser separadas, reutilizadas ou reprocessadas para fabricar novos componentes e peças é demasiado redutor.

O tema começa a ser trabalhado na fase de projeto. Usar menos recursos para produzir os componentes e garantir que a matéria-prima é oriunda de uma origem que consome menos

energia e/ou onde essa energia é produzida de forma menos poluente. Pelo **Regulamento 2023/956** de 10 de maio de 2023 foi criado mais um normativo. Este mecanismo pretende assim evitar que a indústria da UE, por razões de custos relacionados com as políticas climáticas (preço do carbono), transfira a sua produção para países terceiros, com menor ambição climática, ou veja os seus produtos serem substituídos por produtos importados desses mesmos países (com um menor preço, mas mais intensivos em emissões de gases com efeito de estufa). Ainda que não seja impeditivo da aquisição,

existem taxas a agravar o custo da matéria-prima o que levará a optar por fontes de fornecimento mais limpas ou no limite a suportar o valor mais elevado.

No pós-venda, a reparação de componentes deixou de ser exequível por falta de pequenas peças de substituição. Exemplos disso são a reparação de uma bomba de água, de um alternador, de um motor de arranque ou uma embraiagem. Atualmente, ninguém quer esperar, tudo tem que ser na hora, tudo tem prazos. Reparar um componente, para além do tempo que demora, tem associado o custo da mão de obra. É mais fácil, mais rápido e a maioria das vezes mais barato substituir que reparar.

Mas até neste cenário existem alternativas que vêm desde o século passado. As marcas têm mecanismos para recondicionar componentes e revendê-los a menor custo de um novo. O processo é simples: no balcão de peças ou na oficina, fornecem um componente recondicionado, com garantia, mas retomam o que está avariado ou danificado e este retorna à fábrica para ser reparado, recondicionado e testado de modo a servir o próximo Cliente. Este processo é muitas vezes liderado pelos representantes oficiais das marcas, mas também existem marcas de componentes a usar o mesmo sistema através das empresas de peças de reposição.

A viragem para a eletrificação de veículos

Atualmente a indústria automóvel atravessa um período conturbado devido àquilo a que chamam **transição energética**. As pressões, obrigações e metas impostas pela UE, indicaram o caminho da eletrificação. Ao invés de serem impostas metas com restrições de poluição, como até então com as normas Euro, impôs-se a eletrificação dos veículos como meio para reduzir drasticamente as emissões poluentes. Esta mudança de sentido que tem sido apregoada como **sustentável**, tem, no entanto, um alcance maior e menos divulgado, que é a demasiada dependência energética a que a Europa está sujeita pela compra de crude fora deste espaço. A produção de energia elétrica na Europa seria o fator decisivo para esta tomada de posição.

Para atingir este desiderato é necessário produzir motores elétricos para os quais são necessários materiais raros, as tão faladas **terras raras**, que não existem em abundância na UE. O mesmo se passa com a produção de baterias de tração cujas matérias-primas também existem em menor quantidade, ou quando existem, estão no subsolo em locais onde a mineração tem sido contestada pelas populações.

Chegamos a um ponto em que estamos a reduzir a dependência dos chamados “combustíveis fósseis”, mas criamos uma dependência, talvez maior, das matérias-primas mais raras. E este será um dos maiores desafios da sustentabilidade. O automóvel convencional está mais que estudado e controlado. Mas o uso de veículos elétricos traz novos desafios.

Tentando perceber em quem se apoiaram os decisores políticos para esta viragem para a energia elétrica, parece-me que terá havido pouco pensamento crítico de engenharia. Na opinião de diversos CEO dos grupos automóveis europeus, as indicações dos políticos não deviam ser no sentido das soluções técnicas a implementar e a ser desenvolvidas pela Engenharia, mas sim das metas a alcançar em termos de redução de CO₂ e deixar os processos e métodos para os especialistas. Aliás como tem vindo a ser timbre desde há décadas com as Normas de Emissões EURO. A Euro 7, a mais recente prevê para além do controlo de emissões gasosas, as emissões de partículas dos sistemas de travões, dos pneus e ainda a durabilidade das baterias de tração.

Com as baterias de tração, que são usadas pelos veículos elétricos e híbridos, estamos perante um novo desafio ou, se quisermos, vários desafios que gravitam em torno deste componente. Começando pelas matérias-primas utilizadas no seu fabrico que são em pouca quantidade no planeta, que exigem enormes quantidades de remoção do solo para a mineração, o complexo processamento dessas terras para extrair o minério que existe em pequenas percentagens, a energia gasta pela maquinaria, o transporte desse minério tipicamente para muitos milhares de quilómetros de distância e finalmente o fabrico das baterias. Por outro lado, as baterias têm um peso específico por quilometro de autonomia que ronda 1 kg por cada km percorrido. Fazendo contas simples, para conseguir uma autonomia de 500 km precisamos de transportar 500 kg. Comparando com um motor térmico que consuma gasolina, para o mesmo percurso precisamos apenas de um depósito e de 30 litros de combustível, num total de uns 35 kg. Um desafio enorme é a redução de peso das baterias, recorrendo talvez a outro tipo de materiais.

O desafio de redução de peso é transversal aos veículos que aumentaram de peso (e de dimensão) ao longo dos anos devido a todos os componentes e sistemas que vão sendo aplicados e não existiam no passado. Os quadros e carroçarias são um desses elementos, pois são cada vez mais seguros e para isso mais reforçadas nas zonas críticas. Usando o exemplo de um modelo sobejamente conhecido, o VW Golf, quando foi



Atualmente a indústria automóvel atravessa um período conturbado devido àquilo a que chamam transição energética.



Chegamos a um ponto em que estamos a reduzir a dependência dos chamados “combustíveis fósseis”, mas criamos uma dependência, talvez maior, das matérias-primas mais raras.

lançado em 1979 pesava 790 kg, hoje, 47 anos passados, o Golf híbrido da geração 8 ultrapassa os 1700 kg. Mais que duplicou!

A autonomia das baterias foi e continua a ser um desafio. Por causa do peso e por causa do espaço que ocupam no veículo as baterias tem autonomies comedidas quando comparadas com os veículos de motores térmicos. Mais autonomia significa mais peso! Apesar disto, este é um tema que está na ordem do dia e a fazer o seu caminho pois o carregamento de baterias está cada vez mais rápido e a menor autonomia (que nos veículos de motores térmicos também foi reduzida) é compensada pelo menor tempo de carga.

Outro desafio é a baixa temperatura. As baterias reduzem drasticamente a autonomia quando a temperatura ambiente desce. Um estudo feito pela *American Automobile Association* a cinco modelos de veículos elétricos, mostrou que as baterias perdem cerca de 12% de autonomia pelo uso do sistema de aquecimento e ar condicionado e quando a temperatura ambiente desce abaixo de zero, a autonomia pode reduzir até 40%. Outro estudo levado a cabo pela *Norwegian Automobile Federation* com 20 modelos de veículos elétricos revela que no inverno as baterias reduzem cerca de 18% a sua autonomia e que o tempo de carregamento aumenta significativamente. Esta situação acontece porque as reações químicas se tornam mais lentas. As baterias têm um tempo de vida útil variável, mas é comumente aceite que com o uso diário e cargas frequentes, a bateria perde, em média, cerca de 2% de capacidade de carga por ano. Isto significa que ao fim de 10 anos a capacidade de carga da bateria reduziu 20%. Há utilizações alternativas para as baterias que perderam

muita da sua capacidade, mas que podem ser usadas por exemplo em habitações para armazenar energia gerada por painéis fotovoltaicos e ser usada à noite. Mas o inevitável acabará por acontecer e um dia a bateria será descartada. E aqui começa outro desafio que ainda não tem soluções definitivas: como reciclar uma bateria de lítio? Que custos tem? Como reaproveitar as matérias-primas?

A reciclagem das baterias de tração não é um processo fácil e muito menos barato. Os módulos que constituem cada bateria são triturados e são separados plástico, alumínio, aço e cobre. No final fica a “massa negra” composta por níquel, cobalto, lítio e grafite. E é este último processo de separação que ainda é um desafio pois já foi possível fazê-lo em laboratório, mas o tratamento intensivo ainda está a dar pequenos passos.

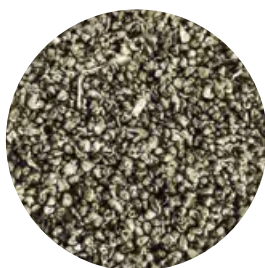
Já existem empresas a processar as baterias em fim de vida, incluindo em Portugal, mas as quantidades são ainda incipientes. E mesmo assim, o Regulamento (UE) 2023/1542 define metas temporais a atingir em termos de recolha, reciclagem e de percentagens de recuperação de materiais.

Sustentabilidade no futuro

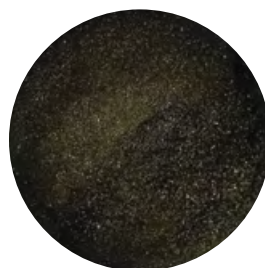
O automóvel é um bem cuja sustentabilidade foi trabalhada ao longo de mais de um século. No entanto, a transição energética que se promove, criou novos desafios na disponibilidade de matérias-primas. São em pequena quantidade no planeta. São de extração cara e comportam custos ambientais enormes. A utilização desses materiais nas baterias tem tempo de vida limitado. E por fim a reciclagem é um processo lento, complexo e caro. ■



Pedaços triturados de bateria



Alumínio granulado após separação



Massa negra



Cobre granulado após separação

- **Investigação para a sustentabilidade**
- **Consultoria nas políticas públicas em Energia e Geologia**
- **Serviço Geológico Nacional**
- **Apoio à inovação do tecido empresarial**
- **Parcerias internacionais estratégicas**
- **Fonte de informação isenta e rigorosa**

Laboratórios Acreditados NP EN ISO/IEC17025-2018

Laboratório de Biocombustíveis e Biomassa

Laboratório de Energia Solar

Laboratório de Materiais e Revestimentos

SGQI – Sistema de Gestão Integrado

Qualidade, Investigação, Desenvolvimento e Inovação

ISO 9001:2015 e NP 4457:2021

Certificação pela norma portuguesa NP 4552:2022

Conciliação da Vida Pessoal, Familiar e Profissional

Excelência em recursos humanos de investigação

IMAGEM CRIADA POR I. A.



Resiliência Climática em sistemas de águas residuais

O papel da engenharia do ambiente

Os sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais são infraestruturas críticas, cuja fiabilidade operacional está diretamente associada à saúde pública, à proteção dos meios recetores e à continuidade dos serviços urbanos essenciais.



Texto: Débora Santos

Engenheira técnica sénior, especialista em gestão de recursos hídricos, com mais de 15 anos de experiência nas áreas da água e ambiente. Atualmente é gestora de exploração na Madeira na Luságua, Serviços Ambientais, S.A., responsável por diversos contratos de operação e manutenção de sistemas de águas residuais.

A intensificação de fenómenos extremos, associada às alterações climáticas, tem exposto limitações dos modelos clássicos de dimensionamento, tradicionalmente baseados em séries históricas e em pressupostos de invariabilidade hidrológica.

Relatórios internacionais, como o *UN World Water Development Report* da UNESCO, evidenciam que a variabilidade climática e a ocorrência de eventos extremos estão a aumentar os riscos operacionais em sistemas de saneamento, com impactos diretos na qualidade da água e na segurança das populações.

Neste contexto, a engenharia do ambiente assume um papel central na redefinição dos critérios de projeto e na integração de soluções resilientes. **A incorporação da resiliência climática nos sistemas de águas residuais deve ser tratada como um requisito técnico de dimensionamento e não como uma medida complementar.**

Os sistemas de drenagem urbana, particularmente os de tipologia combinada, apresentam elevada sensibilidade à variabilidade pluvio-

métrica. O aumento da intensidade de precipitações de curta duração conduz a caudais de ponta superiores aos considerados nos critérios clássicos de projeto, originando sobrecargas, extravasamentos e descargas de efluentes não tratados para o meio recetor.

Estudos recentes demonstram que as alterações climáticas podem provocar aumentos significativos nos caudais afluentes a redes e estações de tratamento, comprometendo a eficiência dos processos e a conformidade com os limites de descarga.

A manutenção de critérios de dimensionamento baseados em séries históricas estacionais constitui hoje um fator de risco técnico e ambiental.

No caso das estações de tratamento de águas residuais (ETAR), as variações de caudal e carga poluente afetam diretamente o desempenho dos processos biológicos e físico-químicos. A literatura técnica evidencia que eventos extremos podem provocar diluição excessiva, perda de biomassa, *wash-out* de sólidos e falhas no cumprimento dos parâmetros de descarga.

Adicionalmente, a intrusão de águas pluviais e infiltrações em redes unitárias ou separativas contribui para o aumento das cargas hidráulicas e energéticas, reduzindo a eficiência global dos sistemas. A *International Water Association* tem sublinhado a necessidade de integrar conceitos de resiliência e adaptação climática no planejamento e na operação dos serviços de saneamento.

Perante este cenário, torna-se necessária uma revisão técnica dos critérios e métodos de dimensionamento, baseada em três eixos principais:

1. Integração de cenários climáticos nos projetos

A utilização de projeções climáticas e curvas intensidade-duração-frequência ajustadas a cenários futuros permite reduzir a incerteza associada ao dimensionamento hidráulico.

Os projetos devem evoluir de uma lógica determinística para abordagens baseadas em análise de risco e robustez.

2. Soluções híbridas e baseadas na natureza

A implementação de sistemas de drenagem urbana sustentável, bacias de retenção, zonas de infiltração e soluções verdes permite atenuar caudais de ponta e reduzir a carga sobre infraestruturas convencionais. Estas soluções aumentam a capacidade adaptativa dos sistemas e reduzem custos operacionais a longo prazo.

3. Digitalização e monitorização operacional

A utilização de instrumentação em tempo real, modelação hidráulica dinâmica e plataformas de *smart water management* permite antecipar falhas, otimizar a operação e aumentar a resiliência funcional das infraestruturas.

Paralelamente, a transformação das ETAR em unidades de recuperação de recursos constitui um elemento estratégico de adaptação. A reutilização de água tratada, a produção de biogás e a recuperação de nutrientes contribuem para a redução da dependência energética e para o reforço da segurança hídrica. Estudos recentes destacam a reutilização de águas residuais como uma das estratégias mais eficazes para aumentar a resiliência dos sistemas urbanos de água.

Contudo, a adaptação técnica não pode ocorrer de forma fragmentada. A complexidade dos sistemas urbanos exige projetos integrados, envolvendo múltiplas especialidades: hidráulica,



lica, estruturas, eletromecânica, automação, geotecnia e planejamento urbano. **A resiliência dos sistemas de saneamento depende diretamente da qualidade da coordenação entre especialidades.**

Neste domínio, a engenharia do ambiente assume uma função estratégica. A sua formação interdisciplinar permite compreender o ciclo urbano da água como um sistema único, assegurando a coerência técnica entre redes de drenagem, processos de tratamento e impactos ambientais. **O engenheiro técnico do ambiente deve assumir o papel de coordenador técnico dos projetos de saneamento, garantindo soluções integradas, resilientes e sustentáveis.**

A evidência técnica e científica demonstra que as alterações climáticas estão a alterar de forma significativa os regimes hidráulicos e operacionais dos sistemas de águas residuais. A manutenção de critérios de dimensionamento baseados em pressupostos de invariabilidade constitui um risco crescente para a segurança das infraestruturas e para a qualidade ambiental.

A revisão dos métodos de projeto, a incorporação de cenários climáticos, a adoção de soluções híbridas e a digitalização das redes são passos essenciais para garantir a resiliência dos sistemas de saneamento. **A adaptação climática deve ser integrada nos critérios de dimensionamento, constituindo um requisito técnico fundamental das infraestruturas futuras.**

Neste processo, a engenharia do ambiente assume um papel determinante, não apenas como especialidade de projeto, mas como elemento coordenador das soluções técnicas. **A resiliência dos sistemas de águas residuais dependerá da capacidade da engenharia do ambiente em liderar projetos integrados, robustos e preparados para a incerteza climática.** ■

Referências Bibliográficas:

- UNESCO (2024).** *UN World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace.* Paris: UNESCO.
- International Water Association – IWA (2020).** *Resilient Water Services and Systems: The Foundation of Well-Being.* Londres: IWA Publishing.
- UNDRR & CDRI (2025).** *Global Methodology for Infrastructure Resilience Reviews: Guidance for the Water Sector.* United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

Controlo de perdas de água nos sistemas de abastecimento

A água é um recurso essencial para o desenvolvimento económico e social, mas está cada vez mais sob pressão devido a fatores como as alterações climáticas, o crescimento urbano e o envelhecimento das infraestruturas.



Texto: José Ortiz

Presidente do Conselho Fiscal da Secção Regional Sul da OET. Engenheiro Técnico Mecânico com experiência no setor do abastecimento público de água, nas áreas de captação, tratamento, monitorização, automação, implementação de sistemas de controlo, redução de perdas reais e aparentes, deteção de fugas e eficiência operacional.



A utilização de sistemas de telegestão e plataformas SCADA reforça significativamente a capacidade de controlo das redes de abastecimento



Instalação de contador de água ultrassónico com ligação a datalogger em ZMC

Em Portugal, os dados mais recentes do Relatório Anual sobre os Serviços de Água e Resíduos (RASARP) mostram que uma percentagem significativa da água captada não é faturada, refletindo ineficiências técnicas e operacionais nos sistemas de abastecimento, particularmente nos sistemas a jusante.

A redução das perdas de água é agora um grande desafio técnico, económico e ambiental, que requer uma abordagem integrada, combinando planeamento, monitorização contínua e intervenção sustentada no terreno.

A água não faturada corresponde ao volume total de água que entra no sistema de abastecimento, mas que, por diferentes motivos, não é faturado aos utilizadores finais. Este volume engloba os consumos autorizados não faturados, as perdas aparentes e as perdas reais. Em Portugal continental, a percentagem média de água não faturada nos sistemas em baixa encontra-se com um valor de 26,5%, verificando-se que muitas entidades gestoras apresentam desempenhos muito acima da média nacional, o que evidencia um elevado potencial de melhoria.

As perdas aparentes estão associadas, sobretudo, a consumos não autorizados e a erros de medição. Situações como ligações clandestinas, uso indevido de hidrantes de combate a incêndio e submedição dos contadores contribuem diretamente para grandes perdas económicas para as entidades gestoras, sem que exista necessariamente desperdício físico de água. A correta gestão do parque de contadores, a adequação do calibre às condições reais de caudal e a substituição de equipamentos obsoletos por tecnologias mais recentes, como os contadores ultrasónicos, assumem um papel fundamental na redução deste tipo de perdas.

As perdas reais correspondem à água efetivamente desperdiçada por fugas e roturas nas condutas, nos ramais e nos reservatórios. Essas perdas estão frequentemente associadas ao envelhecimento da infraestrutura, má execução das ramificações e falta de manutenção preventiva. **Uma proporção significativa das**

fugas só é reparada quando se torna visível ou causa falhas no abastecimento, demonstrando a necessidade de estratégias mais proativas e sistemáticas.

O primeiro passo para uma gestão eficaz das perdas de água é elaborar um balanço hídrico, de acordo com a metodologia da *Internatio-*



Controlo ativo de fugas de água com utilização de geofone

nal Water Association (IWA). Esta ferramenta permite quantificar e localizar os diferentes componentes do consumo e das perdas, fornecendo a base para definir planos de ação adaptados à realidade de cada sistema de abastecimento.

A sectorização da rede, através da criação de Zonas de Medição e Controlo (ZMC), desempenha um papel central na redução das perdas reais. Ao dividir a rede em setores menores, controlados hidraulicamente, torna-se possível monitorizar os caudais, analisar os caudais noturnos, identificar comportamentos

anormais e localizar as fugas de forma mais rápida e eficiente. O controlo ativo de fugas, recorrendo a métodos acústicos como geofones, correlação ou *loggers* acústicos, complementa esta abordagem e permite atuar antes que as perdas se tornem visíveis à superfície.

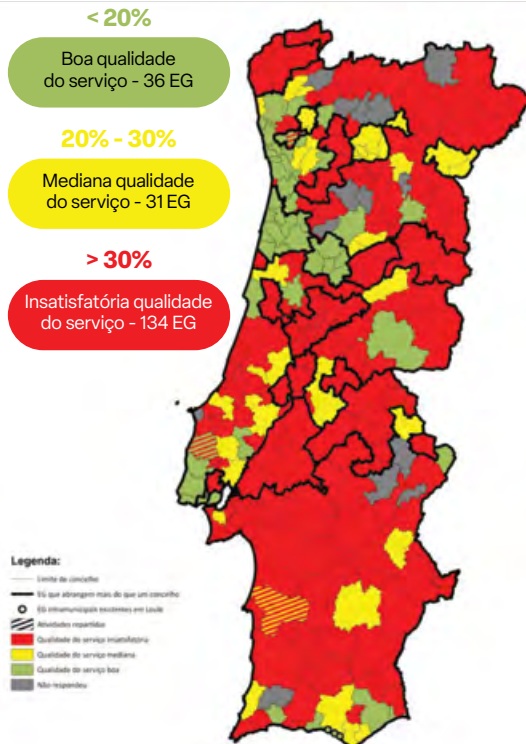
Outro fator importante na redução das perdas reais é a gestão da pressão na rede de distribuição. A pressão excessiva está diretamente relacionada com o aumento da frequência e gravidade das roturas, levando a maiores volumes de água desperdiçada. A instalação de válvulas redutoras de pressão, com funcionamento em função do caudal ou em função horária com controlo da pressão em horários programados, permite ajustar a pressão às necessidades reais do sistema. **Pequenas reduções de pressão podem resultar em diminuições muito significativas das perdas reais**, com custos de implementação relativamente reduzidos.

A utilização de sistemas de telegestão, plataformas *SCADA* e sistemas com recurso à Inteligência Artificial reforça significativamente a capacidade de controlo das redes de abastecimento. Estas soluções permitem a monitorização em tempo real dos caudais, pressões e níveis, a configuração de alarmes e a análise de dados históricos, auxiliando na deteção precoce de anomalias e na tomada de decisões operacionais informadas.

A redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento exige uma estratégia integrada, contínua e sustentada, baseada no conhecimento rigoroso do sistema e na utilização eficiente da tecnologia disponível em telemetria e monitorização. A combinação de balanços hídricos fiáveis, setorização da rede, controlo



A gestão da pressão consegue-se através da instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP)



Água não faturada em baixa em Portugal continental
Por entidade gestora em 2024

Média Nacional: 26,5%

A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) classifica o serviço em três categorias consoante a percentagem de água não faturada. Verifica-se que, entre as 214 entidades gestoras (EG) existentes, **40** estão com boa qualidade do serviço, **30** com mediana qualidade do serviço e **130** com insatisfatória qualidade do serviço. Existem ainda **14** EG não responderam.

Fonte: Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2025), ERSAR | Produzido a 26/02/2026

Em Portugal continental, os dados referentes ao ano 2024 do Relatório Anual sobre os Serviços de Água e Resíduos (RASARP 2025) mostram que uma percentagem significativa da água captada não é faturada

ativo de fugas, gestão da pressão na rede e reabilitação das infraestruturas constitui o caminho mais eficaz para melhorar o desempenho dos sistemas em baixa.

O controlo de perdas de água não deveria ser apenas uma exigência regulamentar, mas também uma responsabilidade técnica, económica e ambiental. Investir em projetos de modernização e na eficiência dos sistemas de abastecimento significa investir na sustentabilidade dos recursos hídricos e na qualidade do serviço prestado à população. ■

Pequenas reduções de pressão podem resultar em diminuições muito significativas das perdas reais

Balanço Hídrico

Consumo autorizado (m³/ano)	Consumo autorizado medido (m³/ano)	Consumo autorizado medido (m³/ano)	Água faturada (m³/ano)
		Consumo autorizado não medido (m³/ano)	
Água que entra no sistema (m³/ano)	Consumo autorizado não medido (m³/ano)	Consumo não faturado medido (m³/ano)	Água não faturada (m³/ano)
		Consumo não faturado não medido (m³/ano)	
Perdas de água (m³/ano)	Perdas aparentes (m³/ano)	Uso não autorizado (m³/ano)	Água não faturada (m³/ano)
		Erros de medição (m³/ano)	
Perdas reais (m³/ano)	Perdas reais (m³/ano)	Fugas e roturas em condutas (m³/ano)	Água não faturada (m³/ano)
		Fugas e extravasamentos em reservatórios (m³/ano)	
		Fugas e roturas em ramais (a montante do ponto de medição) (m³/ano)	

Incêndios florestais, ambiente e segurança alimentar

Um desafio à sustentabilidade e à resiliência dos sistemas alimentares

Os incêndios florestais constituem um dos fenómenos ambientais mais críticos da atualidade, com impactos profundos na sustentabilidade dos ecossistemas e na resiliência dos territórios.



mete a qualidade da água destinada ao consumo humano, à rega e à produção animal, afetando o equilíbrio dos ecossistemas e a sustentabilidade dos recursos naturais.

Agricultura sustentável em contexto pós-incêndio

As culturas agrícolas estão particularmente vulneráveis à deposição de partículas e à absorção de contaminantes através do solo e da água. Compostos como os PAHs (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos), formados durante a combustão incompleta da matéria orgânica, são persistentes e bioacumuláveis, colocando desafios à produção agrícola sustentável e à segurança dos alimentos.

→ Produzir de forma sustentável implica reconhecer e gerir os riscos ambientais emergentes.

Zootecnia, indústria alimentar e resiliência produtiva

A contaminação das pastagens, da água e das rações afeta diretamente a produção pecuária, com repercussões na carne, no leite e nos ovos. Para além da morte direta de animais e da destruição de pastagens, os incêndios danificam infraestruturas e degradam habitats, comprometendo a capacidade produtiva.

Para a indústria alimentar, estes eventos representam um teste à resiliência operacional, exigindo o reforço dos sistemas de controlo, rastreabilidade e monitorização analítica, de forma a garantir a segurança dos produtos e a confiança do consumidor.

Alimentos como indicadores ambientais: as consequências a jusante

Um aspeto frequentemente negligenciado é o comportamento de determinados alimentos que funcionam como verdadeiros filtros biológicos naturais do ecossistema, refletindo a contaminação ambiental ocorrida a montante.



Texto: Elisabete Simões
Engenheira Técnica Alimentar,
Especialista em Segurança
Alimentar, pela OET;
Vice-Presidente da Secção
Regional do Centro.

Para além da destruição imediata da biodiversidade, estes eventos libertam contaminantes químicos que se propagam pelo ar, pelo solo e pela água, afetando direta e indiretamente os sistemas alimentares. A segurança alimentar surge, assim, como uma dimensão frequentemente invisível, mas fundamental, da relação entre ambiente, saúde e sustentabilidade.

→ A resiliência ambiental mede-se também pela capacidade de garantir alimentos seguros após eventos extremos.

Cuidar do ambiente é, também, cuidar da segurança alimentar das gerações futuras.

Cinzas, água e solos: pressões sobre os ecossistemas

As cinzas resultantes da combustão da biomassa contêm metais pesados e compostos orgânicos tóxicos que, após os incêndios, são arrastados para os solos agrícolas e para os lençóis freáticos. Esta contaminação compro-

Devido à sua capacidade de filtrar grandes volumes de água — no caso dos moluscos bivalves (mexilhões, amêijoas, ostras) — ou de absorver nutrientes e minerais do solo/substrato — no caso dos cogumelos silvestres — estes alimentos podem concentrar contaminantes perigosos para a saúde humana. Os cogumelos possuem elevada capacidade de absorção de substâncias presentes no solo e na matéria orgânica em decomposição. Após um incêndio, os solos ficam enriquecidos com cinzas, partículas resultantes da combustão e compostos como metais pesados, PAHs e dioxinas, que podem ser absorvidos e concentrados nos seus tecidos, mesmo muitos meses após o evento.



De forma semelhante, os moluscos bivalves alimentam-se por filtração da água, retraindo partículas em suspensão. Quando as cinzas e contaminantes são arrastados para ribeiras, estuários e zonas costeiras, estes organismos acumulam nos seus tecidos os poluentes presentes, funcionando como bioindicadores da qualidade ambiental.

→ Estes alimentos representam, muitas vezes, o elo final da cadeia de contaminação iniciada no solo e na atmosfera após um incêndio, constituindo um risco silencioso e retardado para o consumidor.

PAHs, dioxinas e saúde: um desafio à sustentabilidade humana

Os PAHs e as dioxinas libertados durante os incêndios estão associados a efeitos adversos na saúde humana, incluindo potencial carcinogénico, alterações hormonais e perturbações do desenvolvimento. A exposição ocorre não apenas pela inalação do fumo, mas também através do consumo de alimentos contaminados, evidenciando a interligação entre ambiente degradado e saúde pública.

Os PAHs estão associados ao aumento da incidência de vários tipos de cancro, sendo o benzo(a)pireno o composto mais estudado devido à sua elevada ação carcinogénica. A



IARC (Agência Internacional da Pesquisa do Cancro) classificou diferentes PAHs em grupos distintos, como carcinogénicos, possivelmente carcinogénicos ou potencialmente carcinogénicos.

A sua distribuição generalizada nos alimentos e no meio ambiente, associada às suas propriedades físico-químicas e à sua atividade biológica, é fator determinante para a sua toxicidade e ecotoxicidade.

Os incêndios florestais evidenciam a estreita ligação entre ambiente, sustentabilidade e segurança alimentar. Garantir alimentos seguros após a ocorrência de eventos extremos exige uma abordagem integrada, que promova a proteção dos recursos naturais, a adaptação dos sistemas produtivos e a resiliência das cadeias alimentares. Investir em monitorização, prevenção e conhecimento técnico é essencial para proteger a saúde pública e assegurar um futuro mais sustentável.

→ Cuidar do ambiente é, também, cuidar da segurança alimentar das gerações futuras.

Profissionais qualificados

O Engenheiro Técnico Alimentar assume um papel estratégico na construção de sistemas alimentares resilientes. A sua atuação inclui a avaliação de riscos ambientais, a validação da segurança das matérias-primas, o apoio técnico aos produtores e a comunicação transparente com autoridades de saúde e consumidores, contribuindo para decisões sustentáveis baseadas na ciência.

→ A resiliência alimentar constrói-se com conhecimento, prevenção e confiança. ■

A resiliência ambiental mede-se também pela capacidade de garantir alimentos seguros após eventos extremos.



A exploração de recursos minerais

Sustentabilidade, resiliência e transformação digital

A exploração de recursos minerais é essencial para o fornecimento de matérias-primas destinadas aos mais diversos setores industriais, mas gera impactos ambientais significativos exigindo uma abordagem integrada e sustentável ao longo de todo o ciclo de vida das explorações (Gligor *et al.*, 2024).



Texto: José Fernandes

Professor Coordenador,
Departamento de Engenharia
Geotécnica, Laboratório de
Geotecnia e Materiais de
Construção (LGMC), Instituto
Superior de Engenharia do Porto e
Centro GeoBioTec | UA, Aveiro

Este artigo analisa a relação entre ambiente, sustentabilidade e resiliência, destacando a importância dos planos de recuperação ambiental e do reaproveitamento das áreas exploradas.

Destaca-se o papel da digitalização e da Inteligência Artificial na monitorização ambiental, otimização dos processos e planeamento da reabilitação paisagística (López-Acevedo *et al.*, 2024; Saleem, 2025). A integração de tecnologias digitais permite antecipar impactos, melhorar a eficiência e aumentar a capacidade de adaptação dos territórios, podendo transfor-

mar a exploração mineral num ativo sustentável para o desenvolvimento territorial (Saleem & Ayalew, 2025; AI-Driven Mining 4.0, 2025).

Impactes ambientais da exploração de recursos minerais e evolução dos modelos de gestão

A extração de recursos minerais, frequentemente localizada em áreas periurbanas ou rurais com crescente pressão territorial, desempenha um papel determinante no desenvolvimento económico, constituindo um pilar fundamental das sociedades contemporâneas.

Apesar da sua relevância económica, esta atividade encontra-se associada a impactos ambientais expressivos, nomeadamente a alteração do relevo, a remoção do solo e da cobertura vegetal, a perturbação de *habitats* naturais, a emissão de poeiras, ruído e vibrações. Historicamente, a recuperação das áreas exploradas foi encarada como uma fase terminal do processo, muitas vezes limitada a intervenções pontuais, sem uma integração efetiva no contexto ambiental e socioeconómico envolvente (Wu, 2024).

Nas últimas décadas, a evolução do enquadramento legal, o aumento da sensibilidade ambiental e as exigências das comunidades locais conduziram a uma mudança progressiva deste paradigma. A exploração dos recursos minerais passou a ser concebida como um processo de ciclo completo, no qual a recuperação ambiental e paisagística assume um papel estruturante desde as fases iniciais de planeamento. Esta abordagem está alinhada com os princípios do desenvolvimento sustentável, integrando dimensões ambientais, económicas e sociais (Gligor et al., 2024).

Simultaneamente, o conceito de resiliência territorial ganhou destaque, refletindo a necessidade de dotar os espaços intervencionados de capacidade de adaptação face a pressões futuras, incluindo as alterações climáticas, a escassez de recursos e a intensificação do uso do solo. Neste enquadramento, as áreas anteriormente ocupadas por pedreiras e explorações mineiras podem assumir funções ambientais e sociais relevantes, nomeadamente parques urbanos, zonas húmidas, áreas naturais ou espaços multifuncionais, contribuindo para a biodiversidade, a regulação hidrológica e o bem-estar das populações (Mota et al., 2023).

As tecnologias digitais e a Inteligência Artificial na gestão da atividade extrativa

A digitalização dos processos produtivos e a incorporação de ferramentas de Inteligência Artificial conduzem a uma nova dimensão na gestão da atividade extrativa. Assim, os modelos digitais do terreno, os sistemas de informação geográfica, levantamentos por drones e redes de sensores, são tecnologias que permitem uma caracterização detalhada do meio físico e um acompanhamento contínuo da exploração (Figura 1; López-Acevedo et al., 2024; Saleem, 2025).

A aplicação de algoritmos de IA possibilita a análise de grandes volumes de dados operacionais e ambientais, apoiando a análise de risco geotécnico (previsão de instabilidades geotécnicas), a otimização dos planos de lavra



Figura 1 - Ferramentas de mapeamento e monitorização

e a definição de estratégias de recuperação mais eficazes.

Estas soluções tecnológicas contribuem para uma utilização mais eficiente dos recursos, para a redução de desperdícios e para o reforço da segurança operacional, facilitando simultaneamente a implementação de práticas de economia circular, como o reaproveitamento de estéreis e a valorização de subprodutos minerais (Figura 2) (Ali, Ali, & Osman, 2025).



Figura 2 - Impacto das soluções tecnológicas na sustentabilidade e eficiência

Adicionalmente, promovem maior transparência e rastreabilidade, favorecendo o diálogo com entidades reguladoras e partes interessadas. Neste contexto, a exploração dos recursos minerais encontra-se num processo de transformação, caracterizado pela convergência entre engenharia, ambiente e tecnologias digitais (Saleem & Ayalew, 2025).

A Figura 3 apresenta um modelo conceptual da transição para um futuro sustentável, evidenciando a integração de diferentes dimensões estratégicas orientadas para a descarbonização e o desenvolvimento sustentável. Destaca,

A exploração dos recursos minerais passou a ser concebida como um processo de ciclo completo, no qual a recuperação ambiental e paisagística assume um papel estruturante desde as fases iniciais de planeamento.



Figura 3 – Transformação para um futuro sustentável

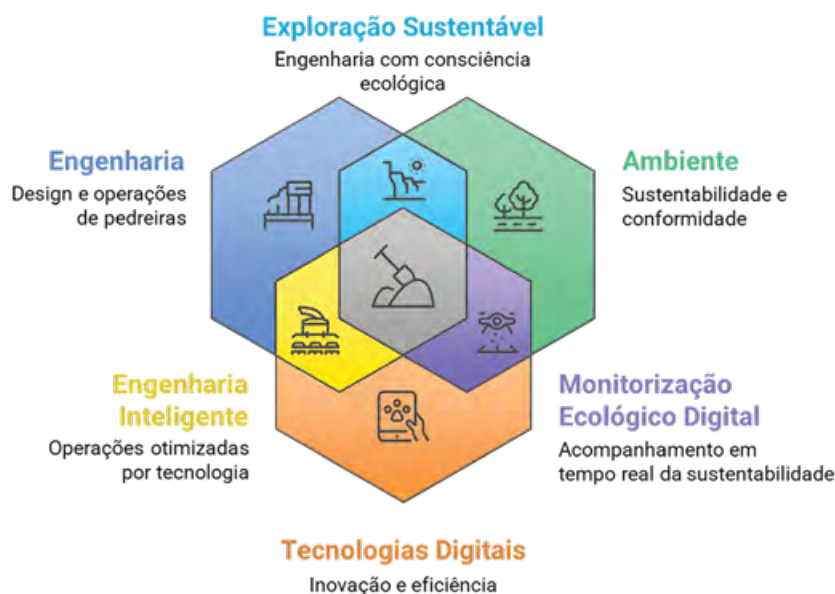


Figura 4 – A Nova Era da exploração dos recursos minerais

também, a articulação entre proteção ambiental, eficiência industrial, práticas ESG (ambientais, sociais e de governança), produção e consumo sustentáveis, desenvolvimento urbano, comércio responsável e finanças sustentáveis. No seu conjunto, revela uma abordagem sistémica e multisetorial que visa reduzir impactos ambientais, promover eficiência económica e reforçar a sustentabilidade a longo prazo.

O modelo conceptual de exploração dos recursos minerais (Figura 4) é ilustrativo da integração entre engenharia, ambiente e tecnologias digitais na gestão da atividade extrativa.

O modelo destaca a convergência entre projeto e operações de engenharia, sustentabilidade e conformidade ambiental, engenharia inteligente baseada na otimização tecnológica, monitorização ambiental digital em tempo real e inovação suportada por tecnologias digitais. A articulação destas dimensões promove uma abordagem integrada orientada para a eficiência operacional, a redução de impactos ambientais e a gestão sustentável e resiliente dos territórios intervencionados (Musando, 2023).

Os princípios de ambiente, sustentabilidade e resiliência podem ser integrados na exploração dos recursos minerais, nos quais o papel da digitalização e da Inteligência Artificial no planeamento, execução e recuperação das áreas exploradas, tem um papel de relevo, tal como o seu potencial para a criação de territórios ambientalmente funcionais e socialmente valorizados.

A exploração de recursos minerais gera impactos ambientais, mas também pode promover a regeneração territorial quando alicerçada num planeamento integrado e numa recuperação pós-exploração bem definida. O setor extrativo tem evoluído de uma abordagem reativa para uma gestão proativa, focada na sustentabilidade, na mitigação de impactos e na valorização socioeconómica ao longo do ciclo de vida das explorações mineiras e pedreiras.

A recuperação de áreas exploradas pode reforçar a biodiversidade, melhorar a qualidade de vida e aumentar a resiliência territorial, transformando antigas explorações em ativos ecológicos e sociais. A digitalização e a Inteligência Artificial contribuem para uma gestão mais eficiente, antecipando riscos e otimizando processos, embora existam desafios relacionados com investimento, capacitação técnica e integração dessas tecnologias.

Pode considerar-se que o desenvolvimento sustentável da atividade extrativa depende do avanço tecnológico, da cooperação entre os diferentes intervenientes e de uma visão de longo prazo que integre objetivos ambientais, económicos e sociais. ■



ORDEM DOS
ENGENHEIROS
TÉCNICOS

simplicidade e modernidade

A OET representa todos os profissionais de Engenharia.

www.oet.pt





Sistemas de armazenamento de energia em baterias ligadas à rede elétrica

As preocupações climáticas e o roteiro para a neutralidade carbónica estão a ter um impacto profundo no setor energético global, impulsionando a integração de fontes de energia renováveis, nomeadamente a solar fotovoltaica e a eólica. A natureza intermitente e não despachável destes recursos renováveis coloca desafios à gestão da rede elétrica, em particular no que diz respeito ao equilíbrio entre produção e consumo.



Texto: Rui Brito,

Doutorado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Professor do ISEP nas áreas de Eletrónica de Potência e Controlo de Potência, Subdiretor do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Eléctricos de Energia



Texto: André Amorim

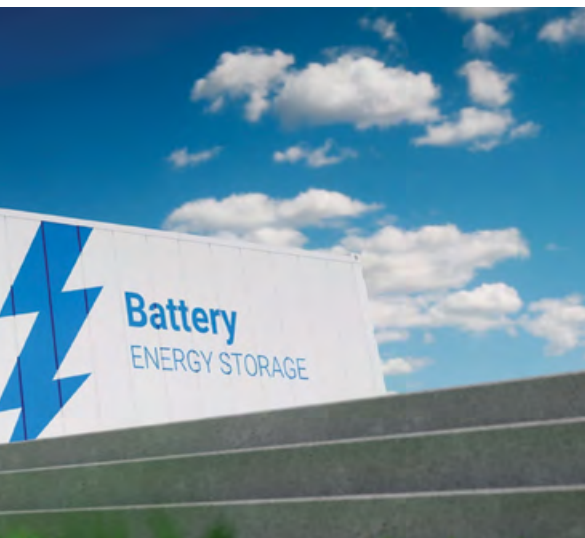
Mestre em Engenharia Eletrotécnica - Ramo de Sistemas Eléctricos de Energia

O armazenamento de energia em baterias estacionárias surge como uma solução promissora e em franca expansão, que permite deslocar a energia gerada em períodos de menor consumo para períodos de maior necessidade energética. Quando implementados em larga escala, estes sistemas de armazenamento, também designados por *Battery Energy Storage Systems* (BESS), podem desempenhar serviços de suporte à rede (regulação de frequência e controlo de tensão), dotando-a de maior flexibilidade na sua operação. A integração dos BESS na rede, bem como a sua capacidade de prestação destes serviços, está dependente da utilização de conversores eletrónicos de potência adequados.

Neste artigo, é introduzido o inversor de interface à rede, ou *Voltage Source Converter* (VSC), na designação anglo-saxónica, um conversor de potência bidirecional que permite assegurar a interface entre o BESS e a rede. A singularidade destes conversores assenta no facto

de ser possível, mediante controlo adequado, regular de modo independente os fluxos de potência ativa (armazenamento de energia na bateria ou injeção na rede) e reativa, que permite ao conversor injetar na rede (fator de potência capacitivo) ou absorver da rede (fator de potência indutivo) energia reativa. Neste sentido, os VSCs podem atuar sobre os quatro quadrantes de potência. Outro aspeto relevante na operação dos VSCs é a velocidade de resposta a ações de controlo. A transição entre os modos de operação como retificador (armazenamento de energia no BESS) e inversor (injeção de potência na rede) dá-se em poucos milissegundos. O mesmo se aplica em termos de alteração do fator de potência imposto à rede. A conjugação destas características eleva o potencial dos BESS enquanto recurso de prestação de serviços de sistema.

Partindo de um protótipo desenvolvido laboratorialmente, é demonstrada a viabilidade de utilização de um VSC trifásico de interface à rede, associado a uma pequena unidade de



armazenamento de energia a baterias, como solução para o fornecimento de serviços de regulação de frequência e controlo de tensão.

Arquitetura e Operação do VSC

Um VSC trifásico de interface à rede é constituído por três braços, cada um com dois semicondutores totalmente controláveis (Figura 1). No lado AC do conversor, cada uma das fases inclui uma indutância, o que permite assegurar o seu funcionamento como retificador e filtrar os harmónicos das correntes que circulam entre a rede e o VSC.

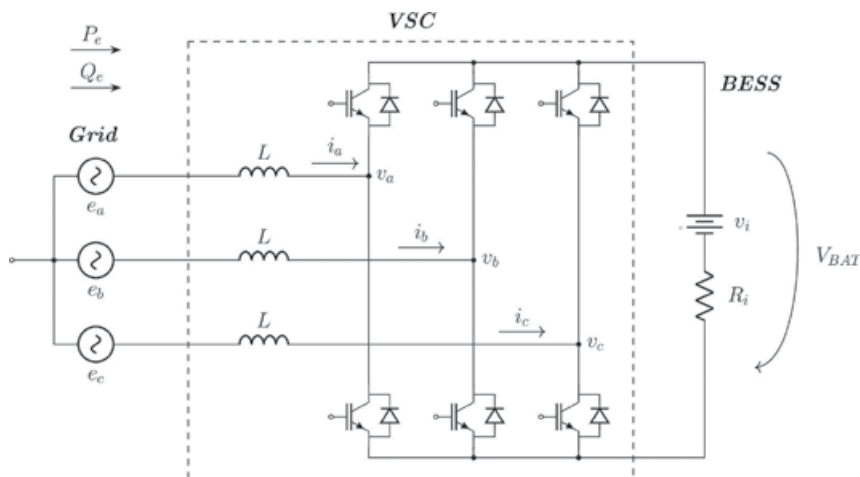


Figura 1: Voltage Source Converter Trifásico

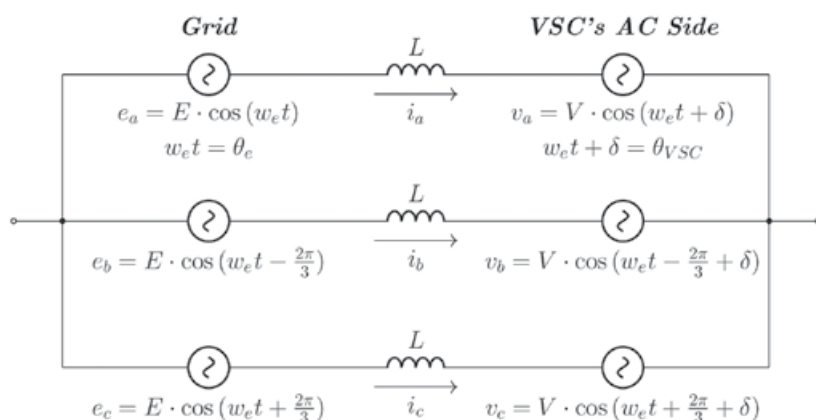
Partindo da comutação a altas frequências (tipicamente na ordem das dezenas de kHz) dos semicondutores de cada braço, é possível manipular/controlar as tensões produzidas no conversor. O trânsito da potência ativa e da potência reativa é definido pela interação entre as tensões da rede (e_a , e_b e e_c) e as componentes fundamentais das tensões produzidas no conversor (v_a , v_b e v_c). Estas componentes fundamentais são em tudo semelhantes às tensões da rede, existindo apenas ligeiros desvios de amplitude e fase face às mesmas

(tipicamente inferiores a 2-3% em amplitude e a 3° em fase).

Ao passo que a potência ativa é transferida entre a rede e o BESS, a potência reativa circula exclusivamente entre a rede e o lado AC do VSC. **A amplitude e o sentido das potências ativa e reativa são parâmetros ajustáveis mediante referências de controlo independentes.**

A Figura 2 apresenta o modelo equivalente do sistema, detalhando a relação entre as tensões da rede e as componentes fundamentais das tensões geradas no lado AC do VSC.

Figura 2 - Interação entre as Tensões da Rede e as Tensões Produzidas no VSC



Admitindo, portanto, dois sistemas trifásicos equilibrados interligados por meio de uma indutância, **as potências ativa e reativa (vistas da perspetiva da rede)** são descritas por [1]:

$$\begin{cases} P_e = \frac{-E \cdot V \cdot \sin \delta}{X_L} \\ Q_e = \frac{E^2 - E \cdot V \cdot \cos \delta}{X_L} \end{cases}$$

em que:

- P_e = potência ativa vista da perspetiva da rede;
- Q_e = potência reativa vista da perspetiva da rede;
- E = valor de pico das tensões simples da rede;
- V = valor de pico das tensões simples produzidas no VSC;
- X_L = reatância indutiva;
- δ = desfasamento entre as tensões da rede e as tensões produzidas no VSC ($\delta = \theta_{VSC} - \theta_e$).

Do conjunto de equações anterior, é perceptível que os fluxos de potência ativa e reativa são essencialmente definidos, respetivamente, pelo desfasamento entre as tensões da rede e as tensões produzidas no conversor e pela amplitude relativa de ambas.

Nesta perspetiva, tomando como referência a fase e o módulo das tensões da rede, será possível manipular o fluxo de potências adiantando/atrasando as tensões produzi-

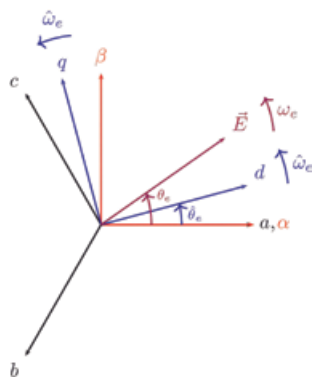


Figura 3 - Referenciais abc , $\alpha\beta$ e dq

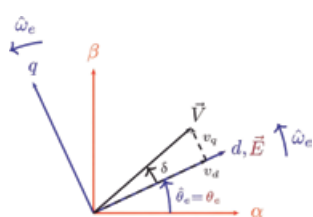


Figura 4 - Vetores Espaciais $\vec{E}$ e $\vec{V}$

das no VSC e aumentando/diminuindo ligeiramente a sua amplitude. É importante notar que a alteração da amplitude V ou do desfaseamento δ produz alterações tanto na potência ativa, como na potência reativa. Verifica-se, portanto, uma interdependência entre ambas as potências. A mudança de referencial, sustentada pelas transformadas matemáticas de Clarke e Park, permite facilitar a análise e o controlo do sistema, tendo em vista a simplificação do controlo com o desacoplamento das potências ativa e reativa.

A **transformada de Clarke**, também designada por transformada $\alpha\beta$, converte um referencial trifásico fixo (abc) num referencial igualmente fixo, contudo, ortogonal e de apenas duas fases ($\alpha\beta$). Esta redução dimensional é efetuada projetando os três vetores de tensão abc segundo os eixos α e β (Figura 3). Aplicando a transformada de Clarke às tensões da rede, é obtido o vetor espacial $\vec{E}$. Este é um vetor que agrega informação quanto às três tensões da rede e que gira, em sentido anti-horário, à velocidade angular da rede ($\omega_e = 2\pi f_e$). A **transformada de Park**, ou transformada dq , converte o referencial $\alpha\beta$ num novo referencial ortogonal (dq), que gira em sincronismo com o vetor $\vec{E}$ (Figura 3). Sob a condição do eixo direto (d) ser, a todo o momento, coincidente com o vetor $\vec{E}$, diz-se que o conversor está sincronizado com a rede. Desta forma, é possível tomar as tensões da rede como referência para o sistema de controlo, bem como operar com grande-

zas essencialmente DC, dada a adoção de um referencial síncrono. O controlo do fluxo de potências passa por produzir no conversor um vetor espacial $\vec{V}$ com fase e amplitude ligeiramente distintas de $\vec{E}$, de acordo com o conjunto de equações anteriormente apresentado (Figura 4).

De notar que a condição de sincronismo exige o conhecimento do ângulo de fase da rede (θ_e). A estimativa deste ângulo, bem como da frequência da rede, é tipicamente efetuada por meio de uma *Phase-Locked Loop* (PLL). Este é um mecanismo de controlo em malha fechada que, partindo da mudança de referencial $abc-dq$ das tensões da rede, visa determinar o ângulo que anula a componente em quadratura (q) do vetor $\vec{E}$ (Figura 5). Sempre que tal se verificar, o conversor está sincronizado com a rede (eixo d coincidente com o vetor).

A Figura 6 clarifica a atuação da PLL. Partindo da medição das tensões da rede, são inicialmente calculadas as componentes $\alpha\beta$ do seu vetor espacial $\vec{E}$. Posteriormente, com base no ângulo de fase estimado da rede, é definido o referencial síncrono dq . Como é possível notar, a adoção deste referencial permite operar com grandezas essencialmente DC, como é o caso das componentes e_d e e_q .

Assegurado o sincronismo entre o conversor e a rede ($e_q = 0$ e $e_d = E$), as potências ativa e reativa sob o referencial dq são definidas por [1], [2]:

$$\begin{cases} P_e = \frac{3}{2} E i_d \\ Q_e = -\frac{3}{2} E i_q \end{cases}$$

em que:

P_e = potência ativa vista da perspetiva da rede;
 Q_e = potência reativa vista da perspetiva da rede;
 $\frac{3}{2}$ = fator decorrente da mudança de um referencial trifásico (abc) para um referencial (dq);
 E = valor de pico das tensões simples da rede;
 i_d, i_q = componentes dq das correntes de fase.

Partindo do conjunto de equações anterior, é perceptível que os fluxos de potência ativa e reativa são independentes e proporcionais a i_d e i_q , respetivamente. Sendo possível, através do sistema de controlo e das tensões produzidas no conversor, controlar i_d e i_q individualmente, será também possível ajustar isoladamente as potências ativa e reativa absorvidas/fornecidas pela rede. A Figura 7 caracteriza a relação entre as correntes nas três fases do conversor e as respetivas componentes dq .

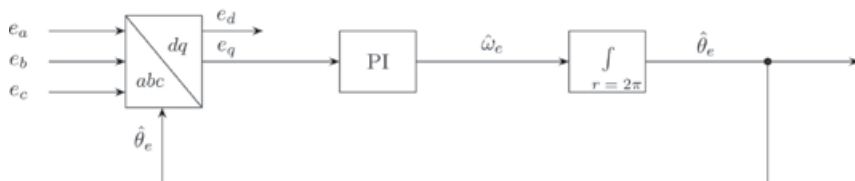


Figura 5 - Modelo genérico de uma SRF-PLL

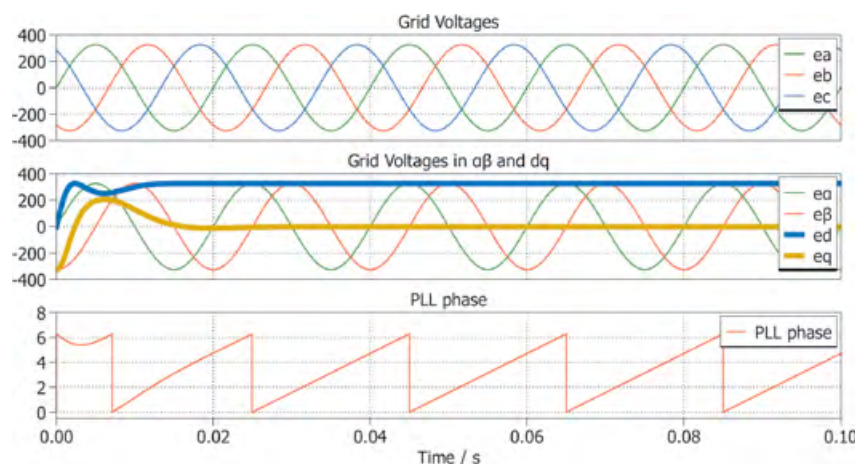


Figura 6 - Sincronismo com a Rede

Neste exemplo concreto, a componente i_d acompanha a envolvente (pico) das correntes trifásicas. A componente i_q é, por sua vez, nula, o que reflete a ausência de fluxo de potência reativa. De notar que o valor de pico das correntes trifásicas (módulo do vetor espacial das correntes) é dado por $i_{abc(pico)} = \sqrt{(i_d)^2 + (i_q)^2}$, coincidindo neste caso particular com o valor absoluto de i_d .

Na Figura 8, é apresentado o esquema geral de potência e controlo do VSC. Inicialmente, partindo do fluxo de potências desejado, são definidas correntes de referência i_d^* e i_q^* . O processo de controlo passa por fazer com que as correntes reais i_d e i_q igualem as respetivas correntes de referência i_d^* e i_q^* . Para que tal se verifique, deverão ser geradas no conversor tensões V_d e V_q apropriadas, de modo a que novas correntes i_d e i_q (idealmente i_d^* e i_q^*) sejam impostas no circuito.

Embora o VSC seja um sistema intrinsecamente acoplado, em que i_q afeta i_d e i_d afeta i_q , o método de controlo desacoplado permite anular a influência que a alteração de uma das componentes exerce sobre a outra. Deste modo, alterações no fluxo de potência ativa não interferem no fluxo de potência reativa, e vice-versa.

A Figura 9 apresenta o resultado da simulação do VSC, mediante diferentes correntes de referência i_d^* e i_q^* . Como é possível constatar, a tensão medida aos terminais da bateria acompanha o formato da corrente i_d , responsável pela definição do fluxo de potência ativa. Sempre que i_d é positiva, a rede fornece potência ativa à bateria (tensão e corrente da rede em fase), pelo que esta carga e a tensão medida aos seus terminais aumenta. Por outro lado, quando i_d é negativa, é a bateria quem fornece potência ativa à rede (tensão e corrente da rede em oposição de fase), descarregando.

No que diz respeito à corrente i_q , esta é responsável por definir o fluxo de potência reativa que é transferida entre a rede e o lado AC do VSC. Sempre que i_q é positiva, o VSC fornece potência reativa à rede, atuando, portanto, como carga capacitiva (corrente da rede em avanço face à tensão). Por outro lado, quando i_q é negativa, é a rede quem fornece potência reativa ao VSC, pelo que este atua como uma carga indutiva (corrente da rede em atraso face à tensão).

É importante realçar não só a rápida velocidade de resposta do VSC (tipicamente inferior a $\frac{1}{4}$ do ciclo da rede) perante diferentes correntes de referência, mas também a efetividade do controlo desacoplado de potências. Como é possível notar na Figura 9, o efeito da alteração do fluxo de potência reativa na tensão medida

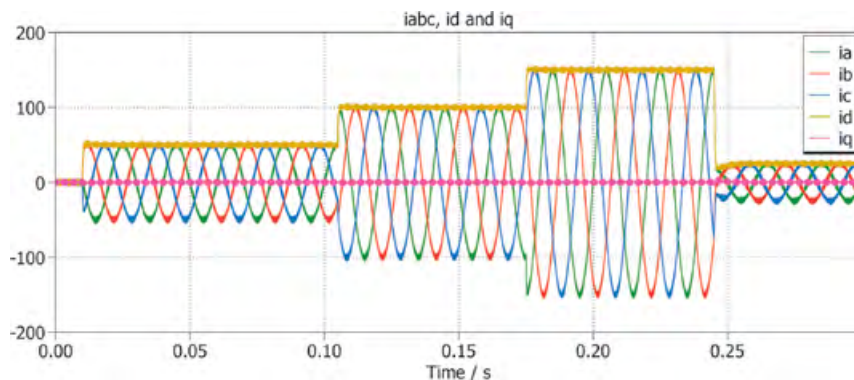


Figura 7 - Correntes em abc e dq

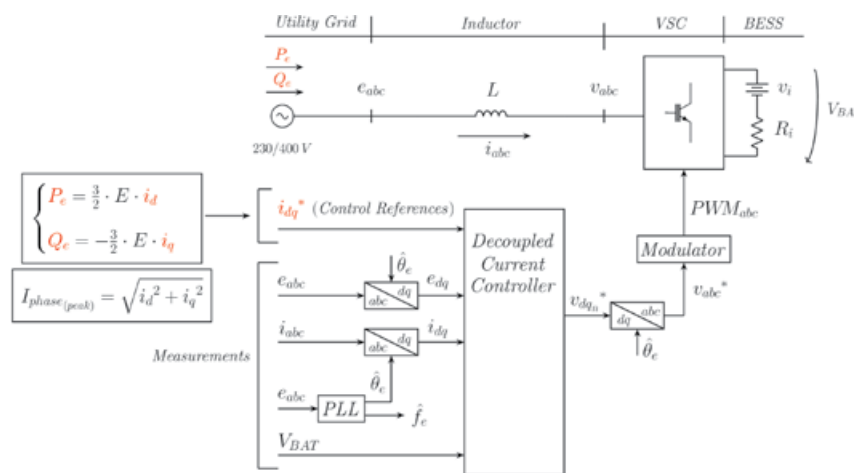


Figura 8 - Esquema Geral de Potência e Controlo do VSC

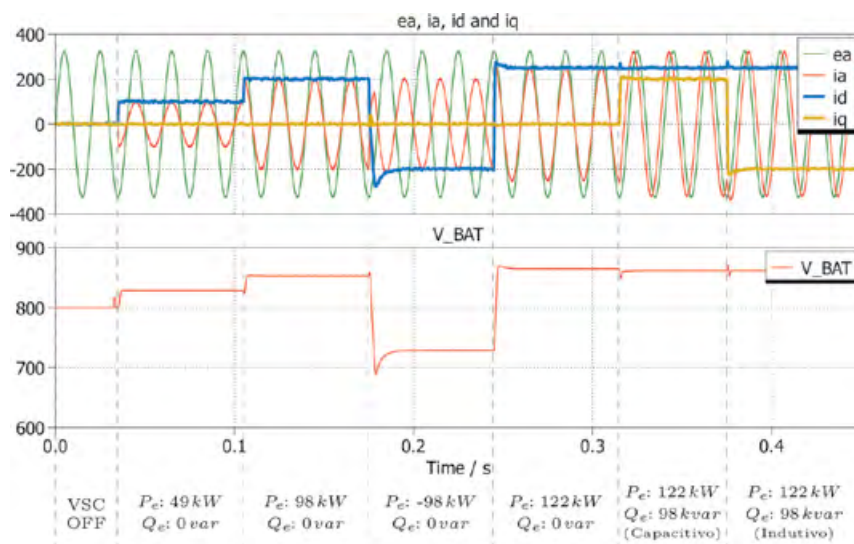


Figura 9 - Simulação do VSC

aos terminais da bateria é praticamente inexistente, o que permite ao VSC injetar ou absorver potência reativa da rede sem comprometer o processo de carga/descarga da bateria.

Ao passo que o fluxo de potência ativa desempenha um papel central na regulação da frequência da rede (determinada pelo balanço

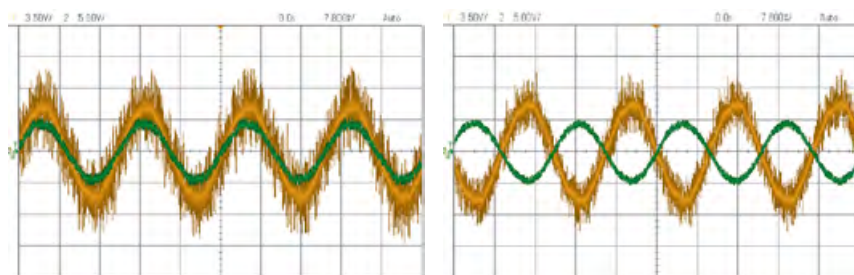


Figura 10 - Operação do VSC como (1) Retificador e (2) Inversor

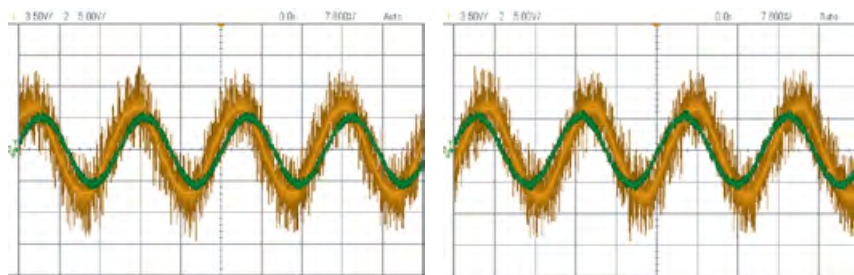


Figura 11 - Operação do VSC como Retificador com FP (1) Indutivo e (2) Capacitivo

“Os BESS, associados a VSCs, permitem controlar, de forma independente, potência ativa e reativa, garantindo regulação rápida de frequência e tensão, aumentando a estabilidade e resiliência da rede elétrica.”

entre produção e consumo), o nível de tensão é um parâmetro que depende essencialmente da disponibilidade local de potência reativa [3] e [4]. Uma vez que os VSCs permitem controlar simultaneamente o fluxo de potência ativa e o FP imposto à rede, a utilização alargada deste tipo de conversores surge como uma solução viável para a prestação de serviços de sistema, como a regulação da frequência e o controlo de tensão.

O desempenho do VSC é também avaliado em contexto prático, através de um protótipo laboratorial de baixa tensão [1]. Mediante a atribuição de diferentes valores às correntes de referência i_d^* e i_q^* , são apresentados alguns exemplos de operação do VSC sob regimes de potência distintos. Para tal, é analisada a forma de onda da tensão (representada a laranja) e da corrente (representada a verde) de uma das fases da rede.

Inicialmente, na Figura 10, é destacado o funcionamento do VSC sob o controlo exclusivo da potência ativa. Dependendo da frequência da rede, o VSC poderá atuar como: retificador,

consumindo potência ativa da rede e carregando as baterias (adequado a momentos em que a frequência da rede é superior à nominal); ou inversor, fornecendo potência ativa à rede e descarregando as baterias (adequado a momentos em que a frequência da rede é inferior à nominal).

Independentemente do controlo da potência ativa, o FP imposto pelo VSC à rede pode ser regulado. Na Figura 11, é apresentada a atuação do VSC como retificador, sob dois FP distintos, indutivo e capacitivo. Um FP indutivo é caracterizado pela absorção de potência reativa por parte do conversor, o que permite reduzir o nível de tensão da rede caso este exceda o nominal. Por outro lado, um FP capacitivo, caracterizado pela injeção de potência reativa na rede pelo conversor, contribui para o aumento

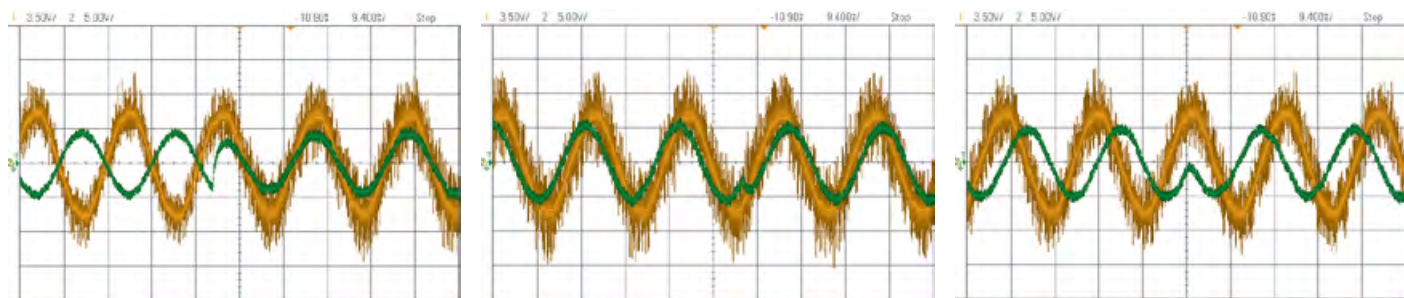


Figura 12 – Transitórios (1) Descarga/Carga das Baterias, (2) FP Capacitivo/Indutivo e (3) Absorção/Injeção Exclusiva de Potência Reativa



do nível de tensão da rede sempre que este for inferior ao nominal. Embora neste exemplo o VSC atue como retificador, o mesmo é também válido aquando da operação como inversor. O conversor pode ainda realizar o controlo exclusivo da potência reativa.

De realçar a qualidade da forma de onda da corrente, que se aproxima de uma senoide perfeita. A ligeira distorção da forma de onda da tensão da rede decorre dos harmónicos de alta frequência introduzidos pela comutação dos semicondutores que constituem o VSC. Este fator poderia ser minimizado incluindo um filtro entre a rede e o conversor.

Para além da flexibilidade de operação nos vários quadrantes de potência, a rapidez de resposta do VSC é também um fator que viabiliza a sua participação em serviços de suporte à rede elétrica. Na *Figura 12*, são apresentadas diferentes respostas ao degrau do conversor, quer em termos de potência ativa, quer de potência reativa. Como é possível notar, o tempo de resposta do conversor ronda tipicamente os 5 milissegundos. Esta característica permite-lhe responder prontamente perante eventuais oscilações de frequência e tensão da rede.

Conclusão

A transição energética impõe desafios acrescidos à gestão da rede elétrica. Os sistemas de

armazenamento de energia a baterias, quando associados a conversores de potência adequados, como os VSCs, emergem como uma solução promissora no contexto da prestação de serviços de suporte à rede. Dada a possibilidade de controlo independente do fluxo de potência ativa e de potência reativa, estes sistemas, para além da sua função primária de armazenamento de energia em períodos de excesso de produção, podem atuar quer no âmbito da regulação da frequência, quer no controlo do nível de tensão, conferindo à rede maior estabilidade e resiliência.

A rápida resposta do VSC permite que eventuais oscilações da frequência e tensão da rede sejam rapidamente compensadas. Esta atuação pode ocorrer autonomamente, caso em que o próprio conversor, partindo da monitorização da frequência e da tensão da rede, ajusta localmente o fluxo de potência ativa e reativa (devendo existir uma coordenação com os restantes sistemas de armazenamento, por forma a evitar conflitos), ou por ordem do despacho (centro de comando e controlo). No caso de ser o despacho a definir a ação de cada VSC, será necessário assegurar a fiabilidade e eficiência da infraestrutura de comunicação, que deverá permitir que a informação de controlo chegue atempadamente aos conversores. ■

REFERÊNCIAS

- [1] A. F. D. D. Amorim, «Desenvolvimento de um Voltage Source Converter de Interface à Rede para Sistemas de Armazenamento de Energia a Baterias», jul. 2025. Acedido: 27 de setembro de 2025. [Online]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.22/30349>
- [2] R. M. M. de Brito, «Power Generation System for Series Hybrid Electric Vehicles», jul. 2015. Acedido: 27 de setembro de 2025. [Online]. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/99184>
- [3] J. A. B. Carvalho, «Controlo dos sistemas elétricos de energia», *Neutro À Terra*, pp. 5-17 Páginas, nov. 2021, doi: 10.34630/NEUTROATERRA.V124.4408.
- [4] P. S. Kundur, *Power system stability and control*, Nachdr. New York: McGraw-Hill, 1994.

Alta Velocidade Lisboa-Porto / Madrid

Os traçados alternativos entre a Estação do Oriente e Soure, incluindo a TTT



Texto:

João Santos Silva
 CEO da GlobalVia Consultores
 de Engenharia SA.;
 Eng.º Técnico Civil,
 Ex-presidente do Colégio de
 Transportes da OET



Com a realocação definitiva do Novo Aeroporto de Lisboa (NAL) no Campo de Tiro de Alcochete (CTA) deixou de fazer sentido que o traçado da Linha de Alta Velocidade (LAV) Lisboa-Porto, entre a Estação do Oriente e Soure, fosse uma réplica atualizada pela IP (Infraestruturas de Portugal) do traçado realizado no âmbito da RAVE, quando o NAL ainda se situava na Ota. Agora, “jamais” será na Ota.

No presente artigo pretende-se dar a conhecer uma outra visão que se consubstancia num traçado num novo corredor, que usa a “Margem Esquerda do Tejo” até Santarém. Esta visão, com origem na sociedade civil, teve início com translação do NAL da Ota para CTA em 2009/2010, tendo sido retomada e atualizada em 2024/26 após a decisão governamental de situar o NAL no CTA.

Enquadramento histórico

O desenvolvimento deste trabalho tem um histórico que perpassou várias instituições e organizações, tais como: o IEP, o GATTEL, a ADFER, a CIP, o LNEC, a RAVE, a ANA e por último, a IP.

No caso da ADFER e da CIP, é justo prestar tributo aos ex-presidentes destas instituições, Engenheiros Arménio Matias e Francisco van

Zeller, pela sua visão conceptual que nos inspirou; agradece-se igualmente aos atuais líderes o respeito pela memória dos que os precederam.

Muitas outras personalidades relevantes da engenharia e da economia, quando podem, têm vindo a palco, com denodo, defender a alternativa porque pugnamos. A minha participação no desenvolvimento desta visão dá-se a convite do Eng.º José Almada, à data, consultor da CIP. Aceite o desafio, houve que o consubstanciar, e isso foi feito de forma ‘pro bono’ com a equipa da GlobalVia, Consultores de Engenharia, SA, que tive a honra de liderar. Com relevância para o estudo deste Corredor Alternativo, invoca-se a sua experiência enquanto autora dos últimos estudos rodoferroviários da TTT (Terceira Travessia do Tejo) Chelas-Barreiro, bem como, dos acessos ao NAL, tanto em Alcochete como no Montijo, e ainda, as já construídas, Travessias do Tejo, pelo IC10 (entre Santarém e Almeirim) e pela A10 (entre o nó do Carregado e a A13).

O Estudo de Viabilidade desta Alternativa, iniciado em 2010, tem vindo a ser atualizado desde 2024, o que, na verdade, é um Plano de Recuperação e de Resiliência, para uma extensão de traçado de 175 km, onde se inclui a TTT por Chelas-Montijo.



Solução IP – Traçados
(todos a preto)

TTT-Barreiro
(Emaranhado de Viadutos)



TTT Chelas-Barreiro / LAV Lisboa-Madrid (Rosa)



TTT – Chelas-Montijo
Chelas - Acessos
Rodoferroviários



Solução IP vs GV/ADFERST/CIP (2025): Enquadramento das alternativas de traçado

Nos mapas seguintes apresentam-se as soluções de traçado em confronto, à esquerda, a **Solução IP**, que para funcionar e ficar completa terá de ser constituída por 4 obras a saber: o troço Soure-Carregado com cerca de 135 km, a quadruplicação da Linha do Norte, entre a Alverca e Castanheira do Ribatejo, essencial para resolver os atuais congestionamentos, mas que não deixará de ser uma solução a prazo, que também não cumprirá o tempo alvo de percurso de 1h15. Para além disso, demorará no mínimo 6 anos a ser concluída, porque os trabalhos da sua construção só poderão ocorrer durante a noite, o que, mais tarde ou mais cedo, obrigará a que se faça um traçado alternativo com características adequadas à alta velocidade por uma zona de orografia muito acidentada, mesmo montanhosa, entre o Carregado e a Estação do Oriente, com riscos enormes e custos altíssimos. Por outro lado, enquanto tal não acontecer e a TTT Chelas-Barreiro não estiver construída, está previsto que se faça uma nova Travessia do Tejo no Carregado, desenvolvida por viadutos até muito próximo do Aeroporto, com um custo estimado de 1840 milhões. Neste caso, o absurdo acontece, ou seja, para se ir de Lisboa ao NAL no CTA, tem de se subir até ao Carregado e depois descer até ao NAL e vice-versa, o que em termos de exploração vai gerar duas famílias de comboios.

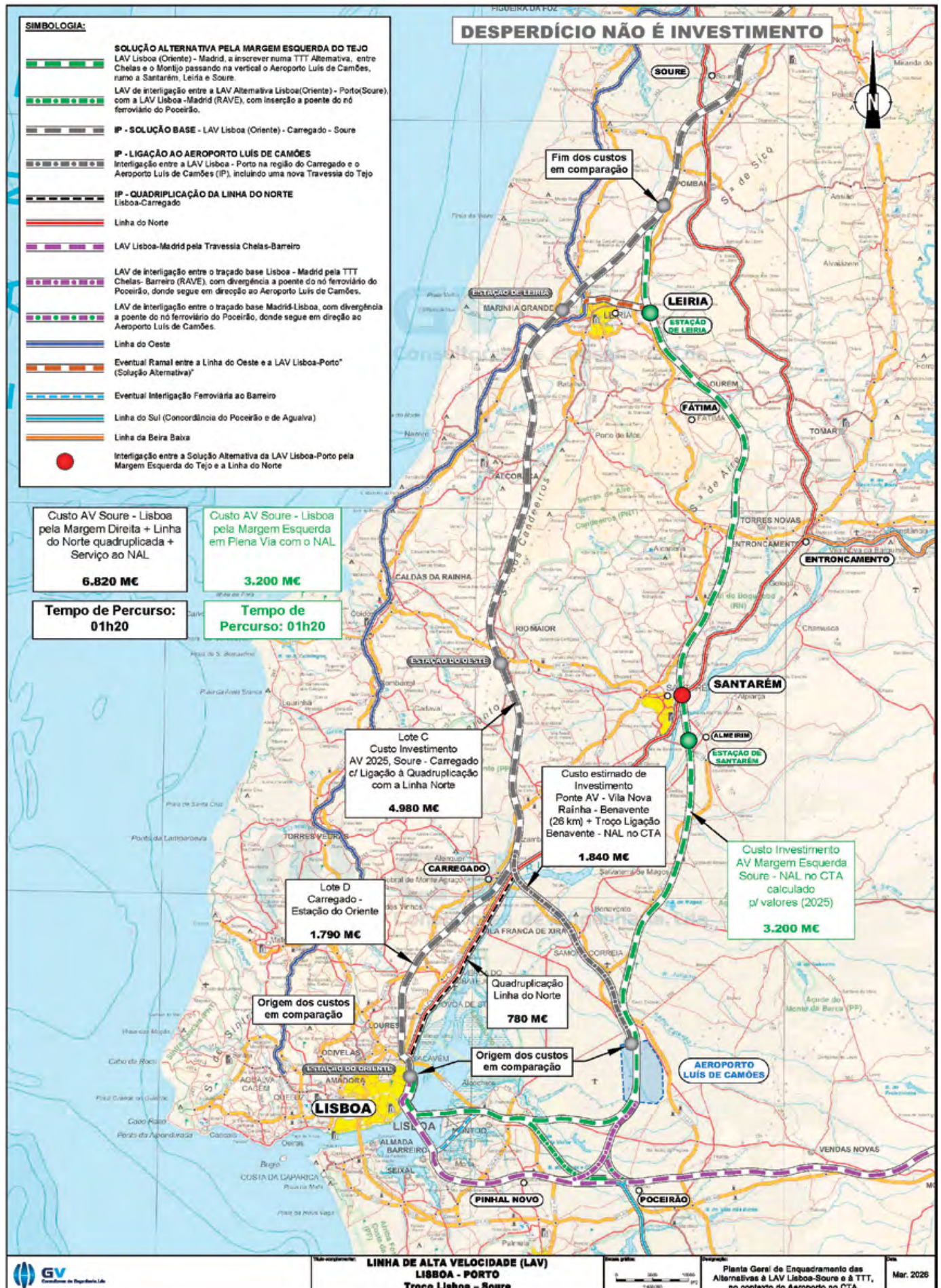
Solução GV / ADFERST / CIP
Traçados a Verde

Em termos da TTT, a solução pelo Barreiro é mais cara, tem maior impacto ambiental, inscreve-se em túnel ao chegar ao Barreiro em solos muito contaminados, resquícios da Quimigal, e as estruturas que compõem têm um grande impacto visual sobre diferentes pontos de vista.

Relativamente à Solução **GV/ADFERST** pode-se dizer o seguinte: A TTT por Chelas-Montijo, relativamente à Chela-Barreiro, tem menor custo de construção e consequentemente de investimento. Inscreve-se num corredor adjacente à A12, evitando criar

mais um efeito de barreira. Tem menor comprimento em termos do túnel ferroviário (*cut and cover*), não afeta nem interrompe o funcionamento de quaisquer pistas da Base Aérea do Montijo e apresenta-se com um moderado impacto ambiental. Dista da entrada do

NAL cerca de 12 km a menos que a solução da IP. Este traçado pela “Margem Esquerda do Tejo” percorre territórios mais planos e muito menos povoados, com menores custos de expropriações e de reposição de acessibilidades e serviços afetados.



Em termos de secção corrente ferroviária até Soure, propicia melhores características geométricas, o que contribui para um maior conforto dos passageiros; todas as distâncias e tempos de viagem nas cidades servidas por esta LAV até ao Aeroporto são encurtadas significativamente, sendo que o percurso de e para o Aeroporto é feito sem transbordo, o que permite o fortalecimento da coesão territorial, já que garante, com elevados níveis de capacidade e qualidade, **a ligação a todo o sul do país e ao seu interior**, o que, no caso da Linha da Beira Baixa, irá propiciar o acesso às cidades do Entroncamento, Tomar, Abrantes, Castelo Branco, Covilhã e Guarda.

Para além disso, possibilita a edificação de uma estação a poente de Leiria, bem como de uma eventual ligação à linha do Oeste e, ainda, a criação de duas novas estações, uma primeira, entre Santarém e Almeirim, outra entre Ourém e Fátima, esta última no sentido de captar o turismo religioso que movimenta, por ano, mais de 5 milhões de pessoas, com o consequente benefício para quem fizer a exploração deste serviço ponto a ponto.

No geral proporcionará, uma maior captação de passageiros para o Aeroporto Luís de Camões, melhorando a utilidade da rede integrada e a sua viabilidade económica.

Em termos de tempo de percurso entre a Estação do Oriente e o ponto de contacto com o traçado da IP a sul de Soure e considerando acelerações e travagens na casa dos $0,3 \text{ m/s}^2$, situar-se-á em cerca de 40 minutos, para uma velocidade máxima de exploração de 280 km/h e uma regularidade de 10%.

No mapa da página ao lado, monetiza-se o custo de investimento associado a ambas as soluções. A atualização dos custos de construção e de investimento cabe no horizonte de 2025, ajustados com base nos valores reais relativos às propostas entregues à IP para os Lotes A e B. Percebe-se que os valores de referência que a IP tinha considerado para estes projectos foram largamente ultrapassados. Ao nível económico-financeiro a redução significativa do investimento que significa usar o traçado pela margem esquerda do Tejo, mesmo atendendo a que é mais longo, poderá ter efeitos positivos na redução da “taxa de uso”, elemento importantíssimo na operação dos serviços de transporte ferroviário.

A quadruplicação da linha do norte tem de ser feita, embora não sirva ou sirva mal a alta velocidade. Não contando com os custos diferenciados das TTT e da Linha Lisboa-Madrid, que penaliza a que amarra ao Barreiro, assim como as acessibilidades que lhes advêm, leia-se, as liga-

ções nos dois sentidos da Linha Lisboa-Madrid ao NAL, releva-se que a solução pela margem esquerda do Tejo, pouparia ao Estado, a custos de 2025, 4,4 mil milhões de euros, ou seja 1,46% do PIB Português, em 2025.

Todavia, a prazo, a quadruplicação vai falhar e, nessa altura, se continuarmos a assobiar para o lado como a IP e a Tutela teimam em fazer, vamos ser compelidos a reparar o erro, e lá estaremos todos nós — contribuintes e utentes — a pagar a surdez e a ineficácia inerente, somando à conta mais 1,79 mil milhões, a preços de 2025.

O que se afirma é que o traçado pela margem esquerda do Tejo provou a sua viabilidade em termos qualitativos pelo conforto que oferece, a sua maior abrangência territorial e garantia do tempo de percurso, mas também a sua viabilidade económica e financeira em termos de custo de construção, de investimento e de exploração.

Por último, é preciso que fique claro que desenvolvemos e atualizámos um Estudo de Viabilidade, com a completa identificação das obras a empreender, pelo que o que temos na nossa mão, apenas precisa de ser comparado numa escala semelhante à que a IP desenvolveu o seu estudo ou seja, à escala 1:5.000, obviamente, acompanhado de um Estudo de Incidências Ambientais. Esta quase equalização dos níveis de desenvolvimento das duas soluções, virá a demonstrar a imprescindibilidade de os avaliar e comparar por uma entidade tão independente quanto possível, a fim de que a verdade se manifeste e que o bom senso e a transparência prevaleçam. ■

“[...] o traçado pela margem esquerda do Tejo provou a sua viabilidade em termos qualitativos pelo conforto que oferece, a sua maior abrangência territorial e garantia do tempo de percurso [...]”



Aqueduto dos Pegões (Tomar)

O parente pobre do património nacional

Dizer que em Portugal o património abandonado é imenso, onde o Aqueduto dos Pegões não foge à regra. Edificações, equipamentos, sem obras de manutenção ou conservação, sem respeito pelo seu valor histórico, sem respeito pelas populações e sem a noção que um qualquer colapso ou evento provocado pelos efeitos da utilização ou das alterações climáticas, representa um verdadeiro risco para pessoas e bens.



Vista dos Pegões Altos. Abastecimento de água ao Convento de Cristo.



Texto:

José Manuel Mendes Delgado
Presidente da Secção Regional
Sul da OET; Engenheiro Técnico
Civil, especialista

O aqueduto do Convento de Cristo, também conhecido como Aqueduto dos Pegões, classificado como Monumento Nacional em Decreto de 16-06-1910, DG, n.º 136, de 23-06-1910, foi projetado no início do reinado de Filipe I com o objetivo de conduzir a água a partir de quatro nascentes diferentes, situadas nos arredores da cidade de Tomar, até ao convento.

O projeto do aqueduto foi executado em 1584 por Filippo Terzi, Arquiteto-mor do Reino, iniciando-se a obra em 1593, terminada por Pedro Fernandes de Torres e inaugurada em 1614, por Filipe II, que veio a Portugal, conforme inscrição gravada no aqueduto.

O aqueduto estende-se ao longo de cerca de 6 quilómetros, da nascente ao convento e foi construído numa estrutura com recurso a pe-

dra e cal, serpenteando de vale em vale, através de zonas à superfície do terreno, de mãos d'água e pequenos aquedutos.

A zona mais imponente, conhecida como "Pegões Altos", tem cerca de 600 metros de comprimento e 30 metros de altura, com dois níveis de arcos e pilares, o primeiro com pilares e arcos ogivais e o segundo com pilares e arcos de volta perfeita, encimados por um canal no coroamento do aqueduto, coberto por lajetas em pedra.

Nas extremidades da estrutura dos Pegões Altos, foram edificadas duas mãos d'água, rematadas exteriormente por cúpulas, com tanques no seu interior, destinados à depuração das águas.

Assim, resultado da falta de intervenções pelo Estado, pela tutela, utilizei a minha função como vereador da Câmara Municipal de Tomar para chamar a atenção e o alerta público, para a possibilidade de colapso do aqueduto, da necessidade de serem desenvolvidas propostas de reforço estrutural, de conservação e restauro, baseados nos princípios éticos e deontológicos da conservação e restauro e respeito pelos critérios de compatibilidade, de estabilidade, de reversibilidade, em conformidade com normas específicas.

Em especial, urge:

- Realizar inspeções e exames rigorosos, que permitam a compreensão do monumento em todos os seus aspetos e atuar com respeito pela integridade física e estética de todo o conjunto;
- Utilizar técnicas e materiais que tenham em consideração a sua compatibilidade com o conjunto a tratar, a sua estabilidade no tempo e a sua reversibilidade.
- Impedir a utilização de processos ou produtos que modifiquem definitivamente

os materiais constituintes de todo o conjunto, quer na sua composição, quer no seu aspeto, salvo se disso dependa a sua salvaguarda;

- Garantir que as técnicas e os materiais utilizados, não limitem ou impeçam tratamentos futuros;
- Garantir que a escolha do tratamento a realizar e dos produtos a empregar, deverá ter presentes as condições ambientais do local;
- Garantir que no caso de reintegrações, de reconstituições e de reconstruções, estas deverão ser pontuais e devidamente justificadas por critérios de ordem histórica, pedagógica, técnica ou estética;
- Garantir que qualquer reconstituição, reconstrução ou reintegração não deverá modificar o aspeto original da obra de arte, nem alterar a sua técnica construtiva.

No diagnóstico efetuado, observaram-se as seguintes situações:

- Ausência de obras atempadas. A origem de mais custos e mais prazo;
- O aqueduto no seu coroamento, nos arcos e nos pilares, apresenta imensas infestações e colonizações, que se manifestam, ao nível de líquenes, fungos, musgos, arbustos e árvores.
- A falta de obras de conservação regulares ao longo dos tempos, puseram e continuam a pôr em causa, a estabilidade do conjunto e alavancam riscos.
- As questões ambientais e a falta de conservação regular, potenciam o crescimento de arbustos e de árvores;
- Com o seu crescimento, verifica-se a existência de fendas, que em algumas situações já apresentam mais de 4 centímetros de largura e mais de 1 metro de comprimento;
- As muitas fendas existentes, potenciam infiltrações de água, para o interior da estrutura, lavando os finos, as argamassas e consequentemente a debilidade do conjunto, dos travamentos entre argamassas e pedras;
- Ao longo do tempo e com a falta de ações atempadas, dizer...:“sim, pode acontecer um colapso”, um colapso, que não avisa – continua o alerta;
- Agregado a tudo isto, verifica-se o desprendimento de pedras para as zonas a jusante, em imensas zonas do aqueduto, um risco que urge resolver;
- Pilares e arcos com zonas fora do plano, fora do alinhamento, da verticalidade.

Perante tal inoperância, lancei “O alerta na sessão da Câmara Municipal de Tomar” e disse:

- Valeu a pena o Sr. Presidente e esta câmara, aceitarem e reconhecerem o alerta;
- Valeu a pena, o reconhecimento que algo tem de ser feito; a nível local e nacional;
- Valeu a pena, reconhecer que o aqueduto dos Pegões está doente, continua doente;
- Valeu a pena, o reconhecimento, que algo tem de ser feito. Não ser apenas reativo, ser ativo;
- Valeu a pena sentir que juntos, podemos ir mais longe.

Agora urge dizer e atuar:

- Interditar o acesso entre as duas mãos d’água, a nascente e a poente, evitando a circulação de pessoas nos Pegões Altos, a 30m de altura. Evitar quedas em altura e esmagamentos;
- Colocar informação eficaz, dos perigos/riscos existentes, antes das mãos d’água;
- Ter em atenção, que o sistema de vedação ao acesso ao aqueduto “Pegões Altos”, tem de considerar a preservação do monumento, da pedra e revestimentos em argamassa;
- Colocar fissurómetros em fendas e colocar alvos topográficos ao longo do aqueduto, a fim de monitorizar potenciais desvios em relação ao plano e à verticalidade de pilares e arcos, de todo o conjunto;
- Considerar que é urgente elaborar um diagnóstico por técnicos especializados e desenvolver os projetos e o processo de concurso público, definir prioridades. Fazer a obra.

Relembrar, que os efeitos das alterações climáticas, como chuvadas intensas, ventos fortes e sismos, poderão potenciar efeitos muito negativos no Aqueduto dos Pegões, acelerando a sua degradação e instabilidade, aumentando a insegurança de pessoas e bens. ■

“[...] face à falta de intervenções por parte do Estado e da tutela, utilizei a minha função como vereador da Câmara Municipal de Tomar para chamar a atenção e lançar um alerta público quanto à possibilidade de colapso do aqueduto”

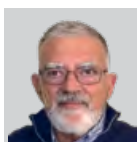
Existência de fendas por existência de arbustos e árvores incorporadas no coroamento, pilares e arcos.





A Cana-de-Açúcar no Mundo

A cana-de-açúcar é uma das culturas agrícolas mais antigas e relevantes, com importância histórica, social e económica global. Originária do Sudeste Asiático, especialmente da Índia e da Papua-Nova Guiné, a planta passou por diversas modificações ao longo dos séculos, tornando-se altamente produtiva e adaptada a diversas regiões tropicais.



Texto:

Mário de Matos

*Engenheiro Técnico, Bacharel
em Ciências Agrárias, pela
Escola Superior Agrária (E.R.A.
Dr. José Araújo de Lacerda),
de Chimoio, Moçambique e
M.E.I.C. Lisboa 1976*

A história da cana envolve sua disseminação do Oriente para o Ocidente, passando por rotas comerciais da Pérsia, Mediterrâneo e, posteriormente, Américas. Os primeiros registos de extração do sumo para produção de açúcar datam de 500 a.C. na Índia. A planta foi introduzida na Europa por Alexandre, o Grande, e chegou ao Brasil em 1532, tornando-se a principal riqueza exportadora da colónia portuguesa. Desde então, foi protagonista no modelo agroexportador baseado em grandes plantações, monocultura e trabalho escravo. A disseminação da cultura da cana foi acompanhada de importantes desenvolvimentos tecnológicos. Destacam-se o melhoramento genético, a introdução de variedades mais produtivas e resistentes, e o avanço na irrigação. No século XX, a procura por combustíveis

alternativos incentivou a produção de etanol a partir da cana, consolidando o Brasil como um dos maiores produtores mundiais.

A produção de açúcar e etanol está diretamente relacionada ao desenvolvimento de várias regiões tropicais. O açúcar foi um dos primeiros produtos exportados em larga escala pelo Brasil, com impacto significativo na economia colonial. A produção de etanol, embora antiga, ganhou impulso com a criação de políticas públicas no século XX, especialmente o programa Pró-Álcool no Brasil.

Globalmente, os principais produtores de cana são Brasil, Índia, China e Tailândia, com o Brasil representando cerca de 30% da produção mundial. A previsão é de crescimento contínuo da procura por açúcar e etanol, com o consumo global aumentou mais de 20% na última década.

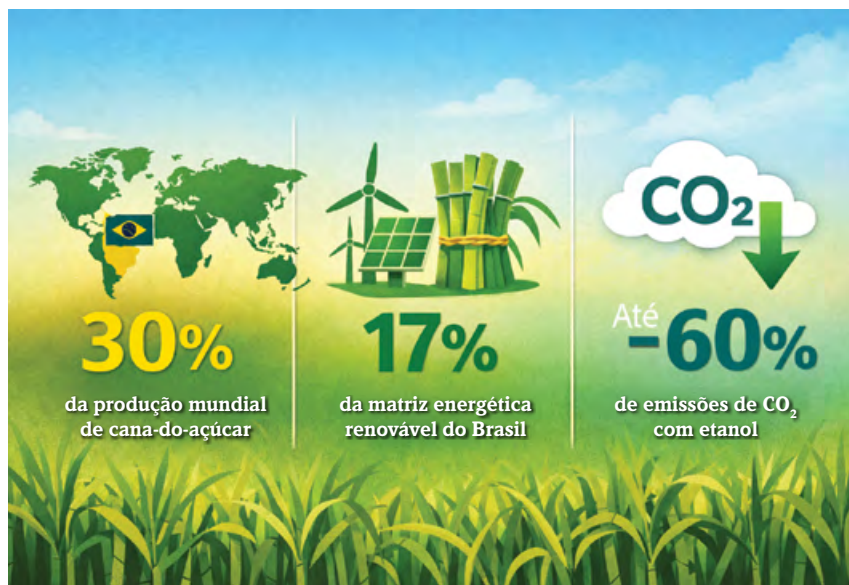
Na África, a cana-de-açúcar também vem ganhando importância, especialmente em países da África Subsariana, onde os subprodutos como etanol e eletricidade a partir do bagaço têm grande potencial, dado o alto custo dos combustíveis fósseis. Apesar da produção de etanol ainda ser limitada, iniciativas como o projeto de Addax Bioenergy, na Serra Leoa, mostram avanços no sector. A produção nesses países contribui para o desenvolvimento rural, criação de empregos e substituição das importações de combustíveis.

Energia, sustentabilidade e desafios do futuro

O Brasil destaca-se como exemplo mundial de sustentabilidade no setor sucroenergético. Em 2018/19, mesmo com leve queda na produção total de cana, a produção de etanol cresceu significativamente, superando a do açúcar. O país utiliza quase integralmente a biomassa da cana, incluindo resíduos como bagaço e palha, para geração de energia e subprodutos de elevado valor acrescentado.

A cana representa hoje cerca de 17% da matriz energética renovável do Brasil, contribuindo fortemente para a redução da dependência de combustíveis fósseis. Substituir gasolina por etanol permite reduzir em até 60% as emissões de CO₂, tornando-o um dos biocombustíveis mais eficientes do ponto de vista ambiental.

Apesar dos avanços, ainda há desafios importantes: o elevado consumo de água na produção de etanol no Brasil, a discussão sobre alimentos versus energia e a necessidade de melhorias em processos industriais e práticas agrícolas. Iniciativas como agricultura de precisão, rega gota-a-gota subterrânea e aproveitamento de



resíduos têm grande potencial de ampliação da eficiência e redução de impactos ambientais.

As Perspetivas futuras incluem o aumento da produtividade agrícola por meio da bioengenharia, melhoramento genético e uso de variedades adaptadas a diferentes climas. No campo industrial, o objetivo prioritário está na valorização dos subprodutos, redução do consumo de energia e água de rega, e desenvolvimento do etanol de segunda geração, feito a partir de resíduos como o bagaço e a palha.

A indústria sucroenergética mundial caminha para um modelo de economia circular e sustentável. A cana-de-açúcar mostra-se essencial nesta transição energética, ao combinar alta produtividade, múltiplos produtos e baixo índice de carbono. O desafio agora é manter a competitividade económica enquanto se respeitam os limites ambientais e sociais. ■

A cana-de-açúcar mostra-se essencial nesta transição energética, ao combinar alta produtividade, múltiplos produtos e baixo índice de carbono.

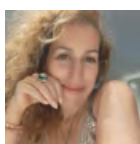


Leia aqui este trabalho completo



Quando os riscos são globais, a segurança alimentar e a segurança dos alimentos são estratégicas

Estamos a viver numa época de interconexão global sem precedentes. As cadeias alimentares expandiram-se em redes enormes e extremamente vulneráveis a choques externos.



Texto: **Carla Rosa**
Engenheira Técnica Alimentar
Sénior, Especialista pela OET,
Presidente do Colégio de
Engenharia Alimentar da OET

Crisis de saúde, tensões geopolíticas, alterações climáticas, convulsões económicas e afunilamentos logísticos deixaram de ser ocorrências isoladas para se tornarem riscos permanentes. A segurança alimentar e a segurança dos alimentos não são mais percebidas como um objetivo “técnico” ou “legal”, mas sim como a verdadeira resiliência de uma organização no contexto de um “futuro global e complexo”. Quando a ameaça é global, a segurança alimentar deixa de ser uma função operacional e torna-se estratégica. É importante diferenciar segurança dos alimentos e segurança alimentar. Enquanto a segurança dos alimentos trata de proteger o consumidor, a qualidade e a segurança dos

alimentos quer a nível biológico, químico ou físico, a segurança alimentar diz respeito à disponibilidade, acessibilidade e estabilidade nos sistemas alimentares. Ambos trabalham na mesma direção e têm um objetivo comum: garantir que o sistema alimentar mantenha a confiança, a sua continuidade e sustentabilidade num mundo cada vez mais incerto.

As crises de saúde revelam fraquezas nos controlos de higiene e na cultura de segurança. Perigos ambientais, incluindo secas, inundações ou perda de biodiversidade, ameaçam a produção primária e a previsibilidade das matérias-primas. A instabilidade económica global pode limitar o acesso aos alimentos, riscos geopolíticos colocam em risco rotas co-

merciais, disponibilidade de alimentos no retalho e autonomia alimentar. A resiliência do sistema alimentar depende da antecipação e da complexidade dos riscos interconectados e da capacidade com que o risco pode ser preparado e gerido.

É aqui que a segurança dos alimentos nunca pode ser abordada separadamente. Uma perspectiva integrada, combinada com revisão de riscos, sustentabilidade ambiental e social, responsabilidade social e continuidade organizacional, é necessária. E a adoção de esforços de prevenção baseados na ciência e na análise de riscos é essencial para reduzir tanto as vulnerabilidades quanto os efeitos.

Segurança alimentar, sustentabilidade e resiliência

Sistemas alimentares seguros são os que protegem o consumidor, que sejam ambientalmente amigáveis, que usem recursos de forma eficiente e garantam viabilidade económica a longo prazo. A inclusão de princípios da economia circular, a minimização do desperdício de alimentos, a rastreabilidade e os desenvolvimentos tecnológicos melhoram a preparação das organizações para desafios externos.

Empresas preparadas são aquelas que incluem a segurança alimentar na sua estratégia e cultura. A resiliência é alcançada através de planeamento, formação, investimento em conhecimento científico e cultivo de uma cultura em torno da segurança. O objetivo não é apenas cumprir uma lei ou as diretrizes, mas também desenvolver sistemas que trabalhem a favor da proteção dos consumidores, bem como da proteção da sociedade.

Enquadramento final

Num ambiente de riscos globais, interconectados e imprevisíveis, a segurança alimentar e a segurança dos alimentos assumem um papel estratégico inabalável que não pode ser evitado. Alimentos seguros, acessíveis e sustentáveis são sinónimos de confiança e estabilidade. Agora, a abordagem integrada, preventiva e baseada na ciência não é opcional, mas uma necessidade. Proteger os alimentos é proteger as pessoas, a economia e o futuro. Portanto, a segurança alimentar é vista como um investimento em direção à resiliência das organizações e da sociedade e sistemas alimentares mais abrangentes, equitativos e preparados para desafios globais. ■

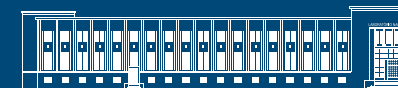
Sistemas alimentares seguros são os que protegem o consumidor, que sejam ambientalmente amigáveis, que usem recursos de forma eficiente e garantam viabilidade económica a longo prazo.

pub



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

ENGENHARIA PARA
A SOCIEDADE



O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), criado em 1946, é um instituto público de Ciência e Tecnologia (C&T), com o estatuto de Laboratório do Estado, que desenvolve investigação em todos os domínios da engenharia civil, o que lhe confere uma perspetiva única e multidisciplinar.

A atividade do LNEC visa essencialmente:

- A qualidade, a segurança e a economia das obras;
- A segurança de pessoas e bens;
- A proteção e a reabilitação do património natural e construído;
- A modernização e inovação tecnológicas.

Como entidade independente de Investigação e Desenvolvimento (I&D), o LNEC tem como prioridade fazer Ciência, exercendo essencialmente a sua atividade nos seguintes domínios:

- Obras Públicas
- Habitação e urbanismo
- Recursos hídricos, orla costeira e ambiente
- Transportes

Indústria dos Materiais, componentes e outros produtos para a construção

Ao longo da sua existência o LNEC tem desenvolvido a sua atividade em mais de 50 países de todos os continentes tanto no âmbito de projetos de I&D&I como em estudos e serviços de ciência e tecnologia.



www.lnec.pt

Av. do Brasil 101 | 1700-066 Lisboa | PORTUGAL | tel. 21 844 30 00 | lnec@lnec.pt





Cultura, sustentabilidade e ambiente

Desafios e oportunidades para a ação pública em Portugal



© xihao-liu - unsplash

Território costeiro como expressão da interação entre práticas locais, valores culturais e desafios de sustentabilidade e resiliência.



Texto: **Juan Santos**

Engenheiro Técnico e Presidente do Colégio de Ambiente da Ordem dos Engenheiros Técnicos (OET). É doutorando em Sustentabilidade e Desenvolvimento na Universidade Aberta (UAb) e investigador colaborador do Centro de Estudos Globais da UAb (CEG-UAb).

Em Portugal, a sustentabilidade tem vindo a afirmar-se como eixo estruturante das políticas públicas, dos instrumentos de planeamento territorial e dos sistemas de gestão ambiental, refletindo um esforço relevante de alinhamento com objetivos nacionais e europeus, materializado em metas, investimentos e enquadramentos normativos cada vez mais exigentes. Contudo, a experiência recente demonstra que o cumprimento formal de objetivos e o reforço financeiro dos sistemas não garantem, por si só, resultados efetivos no terreno.

Neste contexto, torna-se evidente que a eficácia das políticas ambientais depende não apenas da sua robustez técnica e legal, mas também da forma como são compreendidas, apropriadas e praticadas pelas comunidades. **A integração da dimensão cultural — entendida como o conjunto de valores, práticas, perceções e dinâmicas sociais que moldam a relação das pessoas com o território — surge, assim, como uma oportunidade es-**

tratégica para reforçar a sustentabilidade da ação pública ambiental, promovendo soluções mais eficazes, duradouras e socialmente enraizadas.

A dimensão cultural na gestão ambiental

Os instrumentos de planeamento e gestão ambiental em Portugal — como planos diretores municipais, programas setoriais, regimes de avaliação ambiental e sistemas de gestão — assentam, de forma compreensível, numa forte base técnico-legal, essencial para garantir coerência, previsibilidade e segurança jurídica. Ainda assim, a experiência acumulada evidencia que abordagens excessivamente uniformizadas podem revelar limitações quando aplicadas a territórios onde existem práticas, usos e identidades locais fortemente enraizadas, que condicionam a forma como as comunidades utilizam o espaço, percecionam os riscos ambientais e respondem às medidas de gestão. Nestes contextos, adaptar as soluções ambientais às dinâmicas culturais existentes

contribui para facilitar a sua implementação e assegurar a sua eficácia.

As abordagens contemporâneas da sustentabilidade apontam para a necessidade de integrar limites ecológicos, objetivos sociais e viabilidade económica, reconhecendo os *trade-offs* inerentes à gestão do território. Neste quadro, a cultura desempenha um papel mediador, influenciando a perceção do risco ambiental, a aceitação das medidas e a capacidade de adaptação a novos modelos. A sustentabilidade ganha maior eficácia quando é construída com base nos territórios, nas suas práticas e nas suas instituições.

Para além da definição de indicadores culturais, a integração efetiva da cultura na gestão ambiental exige práticas institucionais ajustadas ao território, incluindo diagnósticos sensíveis aos usos e valores locais, processos participativos estruturados e modelos de comunicação institucional adaptados às realidades sociais. A educação e a sensibilização ambiental devem ser encaradas como instrumentos de transformação cultural, cuja eficácia

O desenvolvimento de ferramentas adaptadas será essencial para concretizar os compromissos assumidos e posicionar os eventos como verdadeiros catalisadores de mudança.

cia depende da sua adequação aos valores e práticas existentes e não como ações isoladas. A avaliação deve igualmente evoluir para uma lógica orientada a resultados territoriais percebidos, incorporando a aceitabilidade social e o envolvimento das comunidades como critérios de desempenho.

A incorporação da dimensão cultural nos processos de gestão ambiental exige ainda metodologias de avaliação adequadas à sua natureza. Para além de indicadores quantitativos clássicos, importa recorrer a instrumentos complementares, como inquéritos de perceção, análise da participação comunitária, observação de práticas locais e mecanismos de *feedback* contínuo, permitindo compreender fatores sociais que condicionam a eficácia das políticas e ajustar a intervenção pública.

No contexto português, algumas fragilidades observadas nos sistemas de gestão ambiental devem ser encaradas como oportunidades de

melhoria, nomeadamente ao nível da articulação entre planeamento e execução, do reforço da coordenação interinstitucional e da transição de avaliações centradas na conformidade para avaliações orientadas a resultados. A incorporação progressiva da dimensão cultural pode contribuir para colmatar estas lacunas, promovendo maior envolvimento dos atores locais e maior consistência entre objetivos definidos e resultados alcançados.

Sustentabilidade com base nos territórios

A articulação entre cultura, sustentabilidade e ambiente representa uma oportunidade estratégica para reforçar os sistemas de planeamento e gestão ambiental em Portugal. Os desafios recentemente evidenciados, como as dificuldades persistentes no cumprimento das metas de reciclagem de embalagens e a elevada dependência do envio de resíduos para aterro, demonstram que metas ambiciosas, investimento e enquadramento legal são condições necessárias, mas não suficientes, para assegurar resultados sustentáveis. Estes exemplos reforçam a importância de integrar fatores culturais, comportamentais e institucionais nos processos de gestão ambiental, promovendo soluções mais eficazes, socialmente apropriadas e duradouras. Neste sentido, a integração da dimensão cultural contribui também para reforçar a resiliência dos sistemas de gestão ambiental, aumentando a sua capacidade de adaptação e resposta a desafios territoriais e ambientais emergentes. Uma abordagem baseada em avaliação multidimensional e aprendizagem institucional contínua constitui um caminho sólido para consolidar práticas ambientalmente responsáveis, socialmente aceites e culturalmente enraizadas, valorizando o contributo técnico da Engenharia do Ambiente na ação pública. ■

Integração da dimensão cultural na gestão ambiental



Esquema conceptual ilustrativo da integração da dimensão cultural nos processos de planeamento, implementação, avaliação e resultados da gestão ambiental.

Interação entre território, práticas locais e sustentabilidade em contextos ambientais sensíveis.





Superar o estigma e atribuir valor

Alterar a percepção sobre competências transversais e em profundidade



Texto: **Luís Assunção**

Bacharel em Eng^a de Eletrónica e Telecomunicações (ISEL, 1982), Licenciado (1985), Mestre (1995) e Doutor (2016) em Eng^a Informática pela FCT-UNL. Foi Professor no ISEL durante 44 anos, também exerceu (1989-2003) atividade profissional em várias empresas. Entre 2005-2018, foi Presidente do colégio de Eng^a Informática da OET. Atualmente é Presidente do colégio de Engenharia Geral e de Projeto.

Nas últimas décadas, a oferta de cursos de engenharia no ensino superior politécnico e universitário, conduziu a que existam profissionais com competências transversais em engenharia, mas que não são compatíveis com nenhuma das especialidades definidas nas ordens profissionais.

Em 2024, o Instituto Superior Técnico, seguindo práticas de outros países, nomeadamente do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), criou um Curso de Engenharia Geral, com duração de três anos. O curso aposta num perfil de competências transversais, com forte componente de ciências de base (Matemática, Física, Química e Biologia), complementadas com áreas de engenharia, como Computação, Física de Materiais, Aquisição de Sinais e em áreas complementares como gestão, inovação e comunicação.

A Ordem dos Engenheiros Técnicos (OET) reconheceu oficialmente, em outubro de 2024, o colégio de especialidade de “Engenharia Geral e de Projeto” (18.º colégio na Deliberação n.º 1286/2024, DR 2.ª série n.º 190, de 1 de outubro) como iniciativa pioneira de reconhecimento da importância de enquadrar profissionais com competências transversais em engenharia.

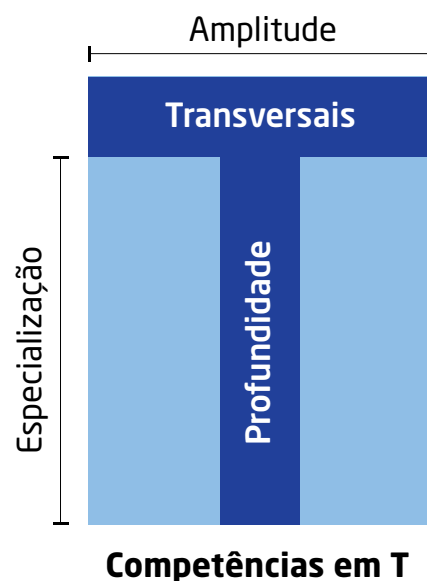
No entanto, esta especialidade suscita alguma ambiguidade e preconceito, com o estigma de ser “*repositório de profissionais não aceites noutras especialidades*” ou ainda, engenheiros “*formados em cursos que sabem de tudo e não sabem de nada*”. Esta percepção ignora a realidade de, no mundo atual, serem necessários engenheiros, capazes de navegar entre fronteiras disciplinares.

Competências transversais (T-shaped skills)

O conceito de *T-shaped skills* — competências em T — oferece o enquadramento robusto para aceitar a formação em engenharia geral. Introduzido no mundo da informática, por Guest (Guest, 1991), quando se reconhecia que eram necessários profissionais com perfil híbrido em tecnologias de informação e gestão das organizações. Consolidado academicamente (Weerd et al., 2024; Trogstad, 2021), o modelo descreve profissionais com amplitude transversal (barra horizontal do T) e profundidade numa espe-

cialidade (barra vertical). Estudos (Jones et al., 2023) demonstram que 98% dos licenciados com este perfil conseguem emprego, com salários competitivos.

No mundo atual, nenhum profissional de engenharia pode atingir a excelência baseado unicamente na sua formação académica de base. Como qualquer profissional de engenharia bem sabe, a formação ao longo da vida é um requisito obrigatório para qualquer profissional, podendo a excelência ser atingida a partir de formação inicial transversal, seguida posteriormente de formação em profundidade mais especializada, ou ao contrário, começar com



formação em profundidade e posteriormente ser forçado a obter competências noutros domínios. A profundidade também se atinge com experiência, mas a transversalidade de competências pode obter-se com formação adequada.

Para reflexão, podem colocar-se as seguintes questões:

- Será que os engenheiros com especialidades tradicionais, ao longo da sua carreira, não tiveram que praticar atos de competências transversais, por exemplo, gestão financeira, gestão de projetos, liderança, etc.?
- Porque será que, ao longo da história, foram surgindo formações em especialidades de engenharia, tais como: Engenharia e Gestão Industrial; Engenharia do Ambiente; Tecnolo-



gias e Gestão Municipal; Engenharia Biomédica; Engenharia Informática, Redes e Telecomunicações; Engenharia Física Tecnológica?

- Quais as competências de um engenheiro necessárias para atuar no cenário emergente de uso generalizado de inteligência artificial (IA)?

Possíveis respostas às questões anteriores, indicam que faz sentido garantir a identidade profissional e enquadramento estratégico, de profissionais em engenharia geral, deixando estes profissionais de serem “rejeitados de outras especialidades”. Talvez seja tempo de abandonar o estigma da “engenharia geral e de projeto”, passando a aceitar o reconhecimento das competências transversais de muitos profissionais.

O valor estratégico de engenheiros com competências transversais

Tentando identificar o valor estratégico de engenheiros com competências transversais, seguem algumas pistas para gerar pensamento crítico em todas as especialidades.

Coordenação de sistemas e gestão de projetos:

edifícios inteligentes, infraestruturas urbanas e sistemas energéticos, requerem coordenadores capazes de integrar competências de mecânica, eletrotécnica, distribuição de água, resolvendo incompatibilidades nos traçados de tubagens e cablagens. Gestores de projetos com competências técnicas transversais podem coordenar equipas multidisciplinares em Civil, Eletrotécnica, Informática e Automação, com reconhecimento profissional que gestores puramente administrativos podem não alcançar. A transversalidade permite antecipar interdependências, invisíveis a especialistas.

Inovação e convergência tecnológica: a inovação disruptiva ocorre nas fronteiras disciplinares, como mostram algumas áreas emergentes que requerem competências transversais. Veículos elétricos requerem mecânica, eletrotécnica, software e comunicações. Inovação em saúde requer biomédica, análise de dados e regulação. Economia circular requer conhecimento sobre materiais e gestão de processos produtivos.

Gestão técnica de produto: empresas tecnológicas e *startups* requerem competências em áreas técnicas, mas também de negócio, com análise de mercado e contato direto com os potenciais utilizadores.

Consultoria multidisciplinar: grandes consultoras procuram engenheiros para avaliar projetos heterogêneos, integrar equipas e comunicar com os executivos de topo das empresas.

Competências transversais justificam uma especialidade própria

O valor de engenheiros com competências transversais não está na substituição do valor dos especialistas, mas potenciar o trabalho em equipa nas organizações modernas que precisam simultaneamente de profissionais em profundidade e *T-shaped* (amplitude e profundidade).

Aceitar o termo **engenharia geral** no sentido de **engenharia transversal** é reconhecer que as competências transversais constituem uma especialidade própria, tão legítima quanto qualquer outra na paisagem profissional da engenharia contemporânea. ■

O estigma da engenharia geral ignora uma realidade: o futuro exige profissionais capazes de cruzar fronteiras disciplinares.

Referências

- Guest, D. (1991). The hunt is on for the Renaissance Man of computing. *The Independent*
- Weerd, H.J., et al. (2024). Shaping the Knowledge Worker Through a T-shaped Skills Profile. *ECKM*
- Jones, H., et al. (2023). The T-shaped design engineer. *Design Science*
- Trogstad, E. (2021). Application of T-shaped engineering skills. *INCOSE Symposium*



Da Resiliência à Ciber-Resiliência

A resiliência assume diferentes sentidos consoante o contexto, mas, de forma geral, refere-se à capacidade de recuperar ou adaptar-se perante adversidades, mudanças ou situações de stress, mantendo ou retomando o equilíbrio.



Texto: **Pedro Pinto**
Engenheiro Informático e
Vice-Presidente do Colégio de
Engenharia Informática da OET.
Responsável de CiberSegurança e
professor no Politécnico da Guarda.
Membro da Comissão Executiva
da Rede Nacional de Centros de
Resposta a Incidentes e autor
no maior site de tecnologia
português pplware.com

"Resiliência" foi uma das candidatas a Palavra do Ano em 2020, tendo alcançado o segundo lugar na iniciativa promovida pela Porto Editora. Num ano profundamente marcado pela pandemia de COVID-19, o termo destacou-se por simbolizar a capacidade de adaptação e de superação face à crise sanitária, social e económica vivida nesse período. Na economia e na política, o conceito está associado à capacidade de um país resistir e adaptar-se a choques financeiros, sociais ou estruturais, como se verifica no âmbito do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), criado para reforçar a estabilidade e promover a recuperação sustentável.

No setor empresarial e tecnológico, o termo é utilizado para descrever a capacidade das organizações, sistemas ou infraestruturas de continuar a operar ou recuperar após crises ou falhas.

Os pilares da ciber-resiliência

A ciber-resiliência é a aplicação do conceito geral de resiliência ao ambiente digital, tradu-

zindo-se na capacidade de prevenir, resistir e recuperar de ciberataques, garantindo a continuidade e a adaptação num mundo cada vez mais tecnológico.

Como **principais pilares da ciber-resiliência** temos a **prevenção**, a **deteção**, a **resposta**, a **recuperação** e a **aprendizagem e melhoria contínua**.

A **prevenção** consiste na implementação de medidas para reduzir vulnerabilidades e riscos, como *firewalls*, autenticação multifator e formação/sensibilização dos colaboradores.

A **deteção** envolve a identificação rápida de atividades suspeitas ou incidentes, utilizando, por exemplo, sistemas de monitorização de rede e alertas de intrusão.

A **resposta** refere-se à ação imediata para conter o incidente e reduzir o impacto, como o isolamento de sistemas comprometidos ou a mitigação de ataques de *ransomware*.

A **recuperação** diz respeito à retoma rápida e segura das operações normais, recorrendo, por exemplo, à restauração de dados a partir de *backups* seguros.

Por fim, a **aprendizagem e melhoria contínua** consistem na avaliação dos incidentes para re-

forçar a segurança futura, através da atualização de políticas e procedimentos de segurança após cada ataque.

Regulamento de Ciber-Resiliência (RCR)

O Regulamento de Ciber-Resiliência (UE) 2024/2847 reforça a ciber-resiliência ao estabelecer requisitos obrigatórios de cibersegurança para produtos digitais, garantindo que hardware e software sejam concebidos para prevenir vulnerabilidades, resistir a ataques e assegurar a recuperação e continuidade dos sistemas.

Entrou em vigor a 21 de dezembro de 2024 e os produtos abrangidos passam a ter de exibir a marcação CE, indicando que cumprem as novas normas de ciber-resiliência.

O objetivo principal é garantir um nível elevado e uniforme de cibersegurança destes produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a conceção, desenvolvimento e produção, até à disponibilização no mercado e manutenção. O RCR impõe obrigações de segurança obrigatórias aplicáveis a produtos com elementos digitais. Estas incluem a segurança por concepção e por omissão, que consiste em incorporar requisitos de segurança já na fase de desenho do produto. A gestão de vulnerabilidades exige mecanismos para detetar, classificar e corrigir falhas de segurança.

A documentação e a informação ao utilizador garantem instruções claras sobre riscos de cibersegurança e atualizações.

Por fim, a marcação CE de conformidade indica que os produtos que cumprem os requisitos do regulamento estão em conformidade com as normas da União Europeia.

Algumas disposições, como as relativas à notificação de organismos de avaliação da conformidade, começam já a 11 de junho de 2026. Certas obrigações de comunicação de informação começam a 11 de setembro de 2026. A maior parte das normas será aplicável a partir de 11 de dezembro de 2027.

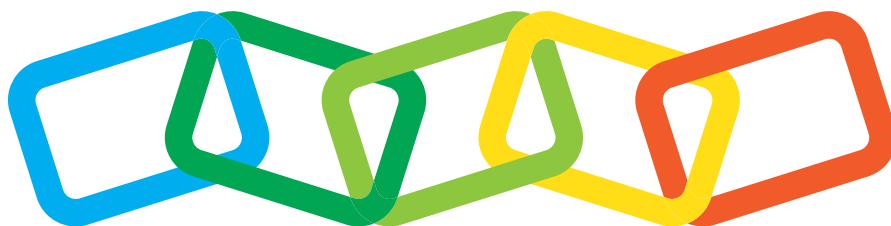
Ciber-Resiliência na Era NIS2:

Obrigações e Boas Práticas

A Diretiva NIS2 (Network and Information Security 2) reforça a ciber-resiliência ao estabelecer regras que asseguram a continuidade e a segurança das operações em setores estratégicos, aumentando a capacidade das entidades essenciais de prevenir, responder e recuperar de incidentes cibernéticos. A diretiva NIS2 define regras para operadores de serviços essenciais e entidades digitais críticas.

O objetivo é **garantir operações seguras em setores estratégicos**, como energia, transportes, saúde e finanças.

Pilares da Ciber-Resiliência



Prevenção

Implementação de medidas para reduzir vulnerabilidades e riscos

Deteção

Identificação rápida de atividades suspeitas ou incidentes

Resposta

Ação imediata para conter o incidente e reduzir o impacto

Recuperação

Retoma rápida e segura das operações normais

Aprendizagem e Melhoria

Continua
Avaliação dos incidentes para reforçar a segurança futura

A NIS2 foca-se diretamente na ciber-resiliência das organizações, exigindo que estas identifiquem e gerem riscos através da **avaliação contínua de vulnerabilidades e ameaças**, antecipando potenciais incidentes.

Inclui também a **implementação de medidas de proteção e prevenção**, como controlo de acessos, atualizações de segurança, *firewalls* e criptografia. A **deteção e a resposta rápida a incidentes** são essenciais, recorrendo a sistemas de monitorização contínua e planos de ação definidos. Após um ataque, as organizações devem conseguir **recuperar as operações utilizando planos de continuidade de negócio**, *backups* seguros e processos de restauração.

A **aprendizagem contínua a partir de análises pós-incidente** permite reforçar políticas, procedimentos e sistemas, tornando a ciber-resiliência cada vez mais sólida.

Frameworks, Normas e Tendências Futuras da Ciber-Resiliência

Há várias frameworks e normas que ajudam as organizações a tornar a ciber-resiliência mais prática e eficaz. Destaque para a **ISO/IEC 27001**, que estabelece padrões para a gestão da segurança da informação, e a **ISO/IEC 22301**, focada na continuidade do negócio.

A **NIST Cybersecurity Framework** fornece um guia estruturado em cinco etapas: **identificar, proteger, detetar, responder e recuperar**. Os **CIS Controls** (Center for Internet Security Controls) oferecem recomendações práticas para proteger sistemas críticos.

O presente/futuro da ciber-resiliência aponta para a adoção crescente de IA e *machine learning*, permitindo a deteção proativa de ataques, e para a automação da resposta, ajudando a reduzir significativamente os tempos de reação a incidentes. ■

“Como principais pilares da ciber-resiliência temos a prevenção, a deteção, a resposta, a recuperação e a aprendizagem e melhoria contínua.”



Ambiente, Sustentabilidade e Resiliência

A Era da Indústria 5.0

A indústria, ao longo dos anos, enfrentou diferentes e múltiplos desafios, tendo passado de problemas físicos e sociais básicos para questões complexas de ética, sustentabilidade e tecnologia digital.



Texto: **André Pavão**

Engenheiro Técnico de Materiais, Industrial e Qualidade. Natural de São Miguel, Açores. Exerce as funções de Presidente do Colégio de Materiais, Industrial e Qualidade. Desenvolveu o seu percurso profissional em empresas privadas, sendo atualmente responsável por unidade fabril da família.

As diversas fases trouxeram obstáculos que necessariamente foram vistos como oportunidades de melhoria na produção propriamente dita, mas também e sobretudo nos beneficiários: operários, engenheiros, proprietários/investidores e a sociedade civil no seu todo. Estes obstáculos promoveram a modelação do mundo atual.

Em termos de **Desafios Transversais** e independentemente do nível tecnológico, atualmente a indústria enfrenta três barreiras persistentes: a **Escassez de Talento**, há uma falta global de profissionais qualificados para operar tecnologias avançadas, a **Sustentabilidade Real**, a pressão para reduzir emissões de carbono enquanto se mantém a rentabilidade num mercado global competitivo e a **Resiliência da Cadeia de Fornecimento**, a capacidade de manter a produção perante crises geopolíticas ou desastres climáticos que interrompem o fornecimento de matérias-primas.

A **"indústria saqueadora"** de recursos naturais para os seus produtos e para a sua produção, um modelo tradicional de economia linear (extrair-produzir-descartar), que ignora a finitude dos recursos tem de ser posto em causa pela sociedade civil e esta deve ser um agente ativo de fiscalização e pressão política, exigindo que as empresas produtoras sejam responsáveis pelos impactos, mas sobretudo exigindo a eliminação de tais formas de produção.

Estamos na **Era da Indústria 5.0** e o desafio crítico hoje é conciliar a alta tecnologia com o **bem-estar humano** e a **resiliência ambiental**. A indústria precisa de deixar de ser apenas extrativa para se tornar regenerativa através da economia circular.

A **Indústria Regenerativa** é o estágio mais avançado da Indústria 5.0. Enquanto a indústria sustentável tenta apenas "não poluir", a regenerativa desenha processos que **restauram e melhoram** os ecossistemas e a sociedade onde opera.

Os **4 pilares da Indústria Regenerativa: Pensamento Sistémico e Vivo** onde a indústria não é vista como uma máquina isolada, mas como parte de um ecossistema vivo. O **Design "Cradle-to-Cradle"** (Do Berço ao Berço), o pilar que elimina o conceito de lixo através do design inteligente dos materiais. A **Vitalidade e Bem-Estar Social**, o pilar que define que a regeneração não se limita ao ambiente, ela deve restaurar o tecido social. E o pilar da **Gestão Ativa do Capital Natural**, no qual a indústria atua como um agente de restauro dos recursos que utiliza.

A **indústria regenerativa** não é apenas uma escolha ética; é uma estratégia de sobrevivência e competitividade. Enquanto o modelo tradicional consome capital natural, o regenerativo gera valor que se acumula ao longo do tempo.

As vantagens desta indústria resultam em: **Resiliência Económica e Financeira**, onde há uma independência de matérias-primas,

acesso ao Capital Verde e novas fontes de receita. **Ambientais**, consequência da Restauração de Ecossistemas e eliminação do carbono. Vantagem **Competitiva e Reputação**, através da qual as indústrias “obtem” Licença Social para Operar, antecipação dos regulamentos e atração de talento e ainda a **Eficiência Operacional**, que resulta na redução de desperdício e otimização energética. Em resumo, a indústria regenerativa transforma o que antes era um **custo** (proteção ambiental) num **ativo** (restauro de recursos), garantindo que a empresa prospere juntamente com o planeta.

Os desafios para a engenharia na transição regenerativa são profundos, pois exigem que o engenheiro técnico deixe de ser um especialista em “peças isoladas” para se tornar um gestor de **sistemas vivos e complexos**.

Os principais desafios técnicos e operacionais resumem-se a: A **Ciência dos Materiais e “Downcycling”** onde o grande obstáculo técnico é criar materiais que mantenham a integridade após múltiplos ciclos. A **Engenharia de Sistemas e Simbiose Industrial**, projetar uma fábrica regenerativa exige conectar fluxos de energia, água e resíduos com outras indústrias. A **Logística Inversa e Desmontagem (Design for Disassembly)**, a engenharia tradicional foca-se na montagem rápida. A regenerativa exige o oposto, onde é necessário projetar produtos complexos, mas que possam ser facilmente desmontados. A **Gestão de Dados e Rastreabilidade** é preciso saber exatamente do que um produto é feito e implementar o **Passaporte Digital do Produto**, para rastrear o material desde a origem até ao fim do ciclo. **Adaptação da Manutenção (Preditiva e Proativa)** onde é necessário elevar a Manutenção Preditiva. E a **Ética e Segurança na Colaboração Homem-Máquina (Indústria 5.0)**, garantir que a automação não desumanize o trabalho, que máquina e homem trabalhem em segurança e que a máquina aprenda com a intuição humana para otimizar processos regenerativos complexos.

A necessidade aguça o engenheiro!!

Essa máxima é a definição perfeita da transição para a **Indústria Regenerativa**. Se no passado a “necessidade” era produzir em massa para vencer a escassez de bens, hoje o “engenheiro” é fomentado pela **escassez de recursos naturais** e pela **crise climática**.

Na engenharia, este provérbio traduz-se em três frentes práticas:

- **Engenho na Escassez:** A falta de matérias-primas virgens está a forçar os engenheiros técnicos a criar soluções de **mineração urbana** e a desenvolver novos materiais a partir de resíduos que antes eram ignorados.

Benefícios da Economia Circular



- **Eficiência sob Pressão:** A necessidade de descarbonizar rapidamente levou ao desenvolvimento de tecnologias que pareciam impossíveis há uma década, como o Hidrogénio Verde e a captura direta de carbono do ar.
- **Resiliência como Resposta:** A necessidade de proteger as comunidades contra falhas nas cadeias de abastecimento globais aguçou o engenho para a **Resiliência Regional** e a reparação total.

A **Indústria 5.0** nada mais é do que o engenho humano aplicado à necessidade urgente de regenerar o planeta. ■

A indústria regenerativa não é apenas uma escolha ética; é uma estratégia de sobrevivência e competitividade.





O uso de aeronaves não tripuladas no sistema de apoio à decisão na Proteção Civil Municipal

A utilização de tecnologia tem-se revelado um apoio fundamental no processo de tomada de decisão no Sistema de Proteção Civil em Portugal.

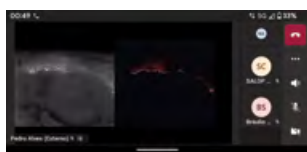
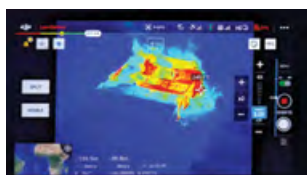


Texto:

Nelson Antunes

*Engenheiro Técnico em
Proteção Civil. Mestre em
Dinâmicas Sociais, Riscos
Naturais e Tecnológicos.*

*Vice-Presidente do colégio de
Engenharia de Proteção Civil
da OET.*



Nesse intuito irá ser abordada neste artigo a utilização de **Aeronaves Não Tripuladas (Drones)** no sistema de proteção civil municipal, apresentando em contexto real as vantagens destes equipamentos enquanto apoio na avaliação de riscos, prevenção de acidentes e incidentes, antecipação e planeamento de operações de socorro e segurança e ainda na resposta a emergências e monitorização pós-evento.

Para efeitos do Regulamento de Execução (UE) 2019/947 da Comissão, de 24 de maio de 2019 relativo às regras e aos procedimentos **para a operação de aeronaves não tripuladas**, na sua versão atual, a ANAC é a Autoridade competente para efeitos do artigo 17.º e responsável, nomeadamente pela execução dos requisitos referidos no artigo 18.º desse mesmo regulamento. Segundo o relatório “Implicações da utilização civil de «drones» para a privacidade e a proteção de dados”, os «drones» são geralmente conhecidos como aeronaves que voam sem a presença de um piloto humano a bordo, de acordo com a definição apresentada pela Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) no seu documento de referência intitulado «Cir 328/AN/190 on Unmanned Aircraft Systems (UAS)», que descreve os veículos aéreos não tripulados (UAV)

como aeronaves operadas sem a presença de um piloto a bordo.

A Lei de Bases da Proteção Civil, Lei n.º 27/2006, de 3 de julho na sua redação atual, define a proteção civil como a atividade desenvolvida pelo Estado, Regiões Autónomas e **autarquias locais**, pelos cidadãos e por todas as entidades públicas e privadas com a finalidade de prevenir riscos coletivos inerentes a situações de acidente grave ou catástrofe, de atenuar os seus efeitos e proteger e socorrer as pessoas e bens em perigo quando aquelas situações ocorram.

Perante as definições acima descritas, importa destacar que a **Proteção Civil tem nos últimos anos sido colocada à prova em todos os níveis**, devendo, para tal, desenvolver todos os esforços para “prevenir riscos coletivos inerentes a situações de acidente grave ou catástrofe, de atenuar os seus efeitos e proteger e socorrer as pessoas e bens em perigo quando aquelas situações ocorram”.

Dentro de todo o sistema, os **Serviços Municipais de Proteção Civil enquanto estrutura base e principal pilar de interligação e coordenação** com os Agentes de Proteção Civil e com o Sistema Distrital/Sub-regional de Proteção Civil através da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil e ainda com as Comunidades Intermunicipais/Áreas metropolitanas, devem ter a capacidade de prevenir riscos coletivos, gerir emergências e apoiar o regresso à normalidade após acidentes graves ou catástrofes no seu município e ainda fazer parte integrante de uma resposta concertada noutros concelhos, por forma a garantir o princípio da subsidiariedade em proteção civil.

Para que seja possível cumprir com os seus objetivos e princípios, é fundamental que os serviços tenham ao seu dispor recursos e equipamentos, não tendo obrigatoriamente de ter os recursos fisicamente, mas que, quando sejam necessários os mesmos estejam disponíveis e sejam operacionalizados por equipas devidamente formadas, treinadas, capacitadas



e especializadas por forma a garantir a segurança da operação.

Esta ideologia deverá funcionar em toda a sua plenitude, por forma a haver racionalidade e rentabilidade de meios e recursos, devendo ser operacionalizada através da **interligação institucional e operacional entre os Agentes de Proteção Civil e Entidades Colaborantes ao nível municipal**, sob a coordenação do Coordenador Municipal de Proteção Civil.

Neste intuito, destaca-se a importância da operação de aeronaves não tripuladas em missões de proteção civil, como por exemplo, o apoio em ocorrências de proteção e socorro, como os incêndios rurais, urbanos e industriais, acidentes, monitorização de zonas inundadas, movimentos de vertente, mas também a análise e monitorização de outra tipologia de ações de proteção civil como grandes eventos, inspeção de danos em infraestruturas, acompanhamento de ações pós-evento e ainda ações de segurança. Como principal vantagem, realça-se a recolha de informação em tempo real, sem expor equipas a perigos imediatos e ainda o potencial de transmissão direta para o Posto de Coordenação, Posto de Comando e para o Comandante das Operações de Socorro.

No caso de Coimbra, o Serviço Municipal de Proteção Civil, recorreu ao uso de drones para apoio na tomada de decisão em todos os cenários apresentados, tendo para isso contado com a prestimosa colaboração das equipas da Cruz Vermelha Portuguesa e da Polícia de Segurança Pública, naquele que foi considerado um excelente exemplo de interação, articulação conjunta e confiança nas operações de safety e security.

Esta colaboração de carácter permanente e multidisciplinar, permitiu proporcionar uma eficiente transmissão de informação, fomentando um grau de confiança elevado para o Comandante das Operações de Socorro e para a Coordenação Institucional e Operacional, reforçando assim a capacidade de antecipação e o acompanhamento das operações, através de uma **visão helicóptero** no Teatro de Operações.

Perante a experiência adquirida nos diversos cenários vivenciados, foi possível constatar que a monitorização contínua e o mapeamento de riscos permitiram identificar sinais precoces de perigo, promovendo medidas de mitigação, garantir a melhor resposta e obter registos que favoreceram e reforçaram a informação atual e futura e que agora levam à apre-

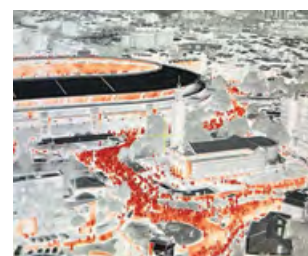
sentação deste artigo na Revista ENGenharia. É assim possível aferir o potencial desta ferramenta no reforço da capacidade de decisão e gestão através da visualização de imagens aéreas permitindo ainda a visualização de imagens multiespectrais, incluindo imagens com recurso a câmara térmica, com capacidade para mapear pontos quentes e ainda visualização através de visão noturna, com capacidade de observação em cenários de pouca visibilidade.

Perante este facto, o recurso a drones pode e deve ser analisado em duas vertentes específicas, **o nível estratégico** através do planeamento, prevenção e antecipação e **o nível tático** através das ações implementadas no teatro de operações.

No nível estratégico, a recolha sistemática de dados permite acompanhar a operação de forma mais detalhada, auxiliando na implementação do Plano Estratégico de Ação, permitindo o acompanhamento e avaliação da operação, garantindo uma melhor eficiência e eficácia das operações em curso, sendo importante que através dos dados recolhidos, se efetue a avaliação das ações para garantia do processo contínuo de aprendizagem e assim reforçar uma melhoria de procedimentos.

No nível tático, a visão geral do incidente permite melhorar a consciência situacional do decisor, permitindo efetuar uma melhor análise da zona de sinistro, com principal enfoque na segurança da operação, identificando ameaças e pontos sensíveis, definir zonas de segurança e caminhos de evacuação, ajustar ou melhorar o posicionamento dos meios e ainda incrementar uma melhoria da organização da Zona de Intervenção.

Por último e numa vertente de monitorização **pós-ocorrência**, os drones contribuem para uma avaliação dos danos, apoiando nas decisões e priorização de reconstrução, recuperação e reabilitação da área afetada, colaborando assim para um modelo proativo, centrado na informação multiespacial para uma redução sistemática do risco e um incremento mais rápido da reposição da normalidade. ■



NOTA:

Apesar dos benefícios, a utilização de drones em proteção civil traduz-se também em desafios que precisam de um enquadramento responsável, onde obrigatoriamente deve surgir um bom planeamento, para obter um bom desempenho. Esse desempenho deverá iniciar-se ao nível local com a clarividência operacional de se saber quem faz, como faz e quando faz, através de uma coordenação e confiança entre os vários atores, antes, durante e após o acontecimento. Em síntese, os drones são uma ferramenta importante no apoio à decisão em proteção civil, quer em operações de socorro, quer no planeamento a médio e longo prazo, ressaltando a importância do devido enquadramento na regulamentação e leis em vigor e na importante e fundamental formação especializada dos agentes envolvidos.



Engenharia de Segurança

Desafios e perspectivas

Na primeira parte deste artigo apresentamos o Colégio de Engenharia de Segurança da Ordem dos Engenheiros Técnicos, o seu enquadramento, atribuições, organização e composição. Agora apresentamos reflexões sobre o quadro atual das matérias da segurança, pautado por um forte refluxo, e os desafios que se colocam aos engenheiros técnicos de segurança para reverter este cenário.



Texto: **Vitor Reis**
*Engenheiro Técnico de Segurança
Especialista e presidente do
Colégio de Engenharia de
Segurança da OET.*

Na atualidade são várias as preocupações dos engenheiros técnicos de segurança.

Estas preocupações têm como base comum, na nossa perspetiva, a falta de sensibilidade e atenção dos decisores, em especial os políticos, para as matérias da segurança, que se acentuou de forma muito significativa nestes tempos pós-pandemia. Na realidade, é consensual a identificação de dois grandes momentos recentes de refluxo no caminho da implementação e desenvolvi-

mento da melhoria das condições de segurança em geral, muito visível, nomeadamente, nas áreas rodoviária e do trabalho: a crise económica de 2008 e a pandemia.

Se as “perdas de segurança” da crise de 2008 foram rapidamente ultrapassadas, os efeitos da pandemia persistem e, em algumas áreas, estão mesmo a agravar-se...

A nossa presente reflexão incidirá sobre dois ou três aspetos e áreas que entendemos particularmente sensíveis, pela sua pertinência, importância e reflexos económicos e sociais.



O primeiro refere-se à **segurança na construção civil e obras públicas**. Começará por se referir que o principal documento regulador da segurança neste importante setor de atividade profissional, o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil¹, data de há 67 anos! Como facilmente se entende, os materiais, a tecnologia, os atores, o modo de produção, desde 1958 alteraram-se de forma radical, pelo que este diploma se afigura agora completamente incongruente e praticamente inútil.

Outro relevante instrumento regulador da segurança nesta atividade é o diploma *“que estabelece as regras gerais de planeamento, organização e coordenação para promover a segurança e saúde no trabalho em estaleiros de construção”*², instrumento de transposição (parcial) para a ordem jurídica interna da Diretiva 92/57/CEE do Conselho, de 24 de junho; deve referir-se que Portugal foi relativamente expedito a transpor essa Diretiva, sendo a primeira versão da legislação referente a esta matéria publicada em 1995³.

Este diploma tem uma importância muito expressiva no setor, uma vez que veio introduzir em todas as obras e trabalhos de cons-

trução⁴ do país novos instrumentos e atores. Dos instrumentos destacam-se documentos de registo e informação como a comunicação prévia de abertura do estaleiro e a compilação técnica da obra, e de prevenção, como as Fichas de Procedimentos de Segurança e o Plano de Segurança e Saúde. Quanto aos atores, a inovação foi ainda mais expressiva, com a definição de uma nova atividade/ função para praticamente todas as obras e trabalhos, os coordenadores de segurança, quer para a fase de projeto, quer para a fase de execução da obra.

E é especialmente quanto a estes novos atores que se apresentam as maiores questões ao nível profissional e, por consequência, da eficácia da sua intervenção; a falta de definição das suas qualificações, das condições de acesso e do exercício desta função traduzem-se na inexistência de resultados ao nível da segurança dos trabalhadores e dos cidadãos em geral, ou mesmo que contrariam largamente o objetivo da sua própria existência.

A falta de regulação desta atividade leva a que não existam requisitos mínimos para a designação dos coordenadores, que podem assim ser qualquer profissional, do operário ao antropólogo... Julgamos que não será necessário ilustrar melhor a “confusão” que vai por aí...

Muitas têm sido as iniciativas que, em alguns casos, desde há décadas têm sido levadas a cabo para a revisão, alteração ou regulação destes diplomas – criação de grupos de trabalho e comissões de acompanhamento, solicitação de pareceres a entidades profissionais e empresariais, etc. Destacar-se-á, no que se refere à regulação do exercício da atividade de coordenação em matéria de segurança e saúde na construção, a publicação de projeto de decreto-lei na Separata do Boletim do Trabalho e Emprego n.º 2, de 05/06/2009⁵.

Naturalmente que a OET sempre tem participado vivamente na discussão sobre estes temas e na participação em todo este processo de atualização e alteração legislativa, quer apresentando propostas autónomas, quer emitindo pareceres sobre propostas, como foi o caso, no longínquo ano de 2010, de projetos de Decreto-Lei que pretendiam revogar o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil e outra legislação de base da segurança no setor.⁶

Vale a pena referir a este propósito que Portugal não ratificou ainda a Convenção n.º 167 da Organização Internacional do Trabalho, de 1988, sobre a segurança e saúde na construção, sobre a qual o Colégio de Engenharia de Segurança emitiu parecer à sua ratificação já no ano de 2023. ■

Nota do Autor

Engenheiro Técnico de Segurança Especialista e presidente do Colégio de Engenharia de Segurança da OET.

Licenciado em Engenharia de Segurança no Trabalho e mestre em Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho.

Técnico Superior de Segurança do Trabalho, especialista em Segurança contra Incêndio em Edifícios, desenvolve atualmente a sua atividade profissional principal como dirigente da Administração Pública.

NOTAS

1 Decreto-Lei n.º 41820, de 11 de agosto de 1958 e Decreto n.º 41811, de 11 de agosto de 1958 (alínea b).

2 Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro.

3 Decreto-Lei n.º 155/95, de 1 de julho.

4 Trabalhos definidos no Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro, art.º 2.º, n.º 2.

5 <https://www.oet.pt/downloads/ResgateEngenharia/Ponto2.pdf>

6 Diplomas que pretendia revogar:

a) O Decreto-Lei n.º 41 820, de 11 de agosto de 1958; b) O Decreto n.º 41 821, de 11 de agosto de 1958; c) O Decreto n.º 46 427, de 10 de julho de 1965; d) A Portaria n.º 101/96, de 3 de abril; e) O n.º 4 do artigo 25.º, a parte final das alíneas d) e e) do artigo 26.º e o artigo 29.º, todos do Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro.

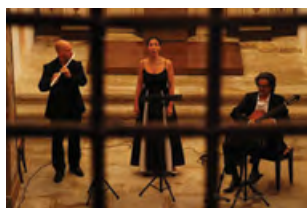
Entrevista a Joaquim Pereira:

«A vida levou-me para a música, felizmente, sem nenhum arrependimento»

A engenharia ensinou-lhe método e rigor. A música deu-lhe palco, expressão e uma vida inteira de dedicação. Joaquim Pereira é o exemplo de como talento e paixão podem conduzir a percursos inesperados.



Entrevista:
Selma Rocha



Trio Sons Portucalenses
Corpus Christi



Em primeiro lugar, obrigada pela sua disponibilidade e por ter aceitado esta entrevista. Começo por lhe perguntar, quando começou a tocar flauta?

Comecei a tocar flauta de bisel como autodidata com cerca de 11 anos. Nessa altura participava na animação da missa dos escuteiros de Santo Ovídio, em Vila Nova de Gaia. A professora de música Maria Teresa Almeida, depois de nos ouvir algumas vezes, quis saber quem era o “menino escuteiro” que tocava flauta. Falou com os meus pais e disse-lhes ser uma pena eu não estudar música de forma mais séria e estruturada. Após um ano e meio de aulas gratuitas com a professora Maria Teresa, candidatei-me ao Conservatório de Música do Porto, onde ingressei em Flauta Transversal na classe do professor Eduardo Lucena e mais tarde na classe do prof. Olavo Tengner Barros.

A família teve influência? Fale-nos um bocadinho do seu percurso.

Nas festas de família da parte materna, sempre se cantava, de forma lúdica, muito incentivadas pelo meu avô. Em casa, a minha mãe e



O primeiro concerto de Joaquim Pereira



os meus irmãos cantavam as músicas infantis e da rádio de forma alegre, harmoniosa, sensível e afinada. Sendo eu o mais novo de três irmãos, penso que fui absorvendo tudo isso de uma forma natural e despertando o gosto pela música.

A música entrou na sua vida antes ou depois da engenharia?

A música entrou muito mais cedo nos meus interesses, estudava no segundo ciclo e fiz um desenho sobre possíveis profissões no futuro, uma delas era “o sonho” de ser músico.

O estudo de flauta exige técnica e repetição. Vê semelhanças na resolução de problemas de engenharia? Existe “engenharia” na música?

Claro que sim. Há evolução na construção dos instrumentos musicais e na edificação das salas de concerto um maior cuidado na harmonização da acústica para os ouvintes e artistas. A forma de estudar um instrumento é bastante sistemática e por tentativa e erro, tal como na ciência. O tempo de uma obra de engenharia pode não ser tão linear, constante e integrador como numa obra musical, mas também está presente. No entanto, sendo a música uma arte, não chega ser “certinha”, são muitas horas de estudo até se conseguir transmitir uma boa energia, fazendo sonhar quem nos escuta. No fundo, as duas áreas precisam de muito foco, confiança, resiliência, coragem, dedicação, aprendizagem, uma paixão para toda a vida.

A arte torna-o um engenheiro melhor? E a engenharia torna-o um músico melhor?

Embora nunca tenha exercido a profissão de engenheiro, costumo dizer que “apenas tirei o curso... desenvolvi novas capacidades, novos raciocínios explorando a área da geotécnica de que sempre gostei, ao ponto de, em determinada altura, ter equacionado ser a minha profissão futura e não o curso de música. A vida levou-me para a música, felizmente, sem nenhum arrependimento!

Houve algum momento decisivo em que percebeu que a flauta era mais do que um hobby?

Sim, quando com 19 anos comecei a tocar com regularidade em bares e mais tarde em hotéis. Depois da tropa (ainda obrigatória), vieram os convites para acompanhar alguns grupos musicais, corais e a Tuna do ISEP. Nesta altura ainda estava

um pouco dividido entre a dita música erudita (clássica) e ligeira mas que para mim nunca foi um problema, pois costumo dizer que gosto é de boa música... e de ser alguém que contribui para os projetos da melhor forma possível!

Recorda-se da primeira vez que tocou para uma plateia? Há alguma peça que tenha um significado especial?

Lembro-me bem, na Casa Museu Teixeira Lopes em Gaia, com dois amigos guitarristas (o Camilo e o Pedro Barbosa, fotografia em anexo). Sim, o “El Cóndor Pasa”, música do folclore peruano. Esta música andina, embora originalmente tocada com flautas muito diferentes das que eu toco, sempre me inspirou pela sua sonoridade e simplicidade.

A música é uma forma de escape para si ou um refúgio? Atualmente, dá aulas de flauta?

Nem um escape, nem um refúgio, mas a vida que eu quis abraçar! Nos últimos trinta e tal anos, tenho dado aulas de flauta transversal no ensino oficial, no Conservatório de Música Calouste Gulbenkian de Braga, Academia de Música de Paredes, Academia de Música de Oliveira de Azeméis e na Academia de Música de Vilar do Paraíso. Presentemente sou docente na Academia de Música de Vilar do Paraíso e músico *freelancer* em vários projetos, onde destaco o trio “Sons Portucalenses” com a Mezzo Soprano Patrícia Quinta e o Guitarrista Augusto Pacheco.

Que conselho daria a profissionais de engenharia que têm talentos artísticos para além da carreira profissional?

Que cultivem os seus talentos, que mantenham a arte viva desenvolvendo a sua criatividade, sensibilidade e empatia para com os outros. ■



PERFIL

Joaquim Henrique Correia Pereira

Data de nascimento: 11 de fevereiro de 1966

Natural de: Freguesia de Cedofeita, Porto

- Iniciou os estudos de Flauta Transversal no Conservatório de Música do Porto, onde concluiu a formação com Olavo Tengner Barros.
- Frequentou cursos de aperfeiçoamento com Trevor Wye, Herbert Weissberg, Marcos Fregnani, Michel Debost e Vicente Prats.
- Colaborou com a Orquestra Académica Metropolitana, a Orquestra Clássica da Madeira e a Orquestra Estúdio de Guimarães.
- Participou em gravações e projetos com artistas e grupos como Clã, Vozes da Rádio, Expensive Soul, Regula e Da Weasel.
- Lecionou Flauta Transversal nas Academias de Paredes e Oliveira de Azeméis e no Conservatório de Música Calouste Gulbenkian de Braga.
- Desde 1993 que é docente na Academia de Música de Vilar do Paraíso, onde dirige o Ensemble de Flautas Transversais.
- Integra desde 2014 o grupo Sons Portucalenses.
- Bacharel em Engenharia Geotécnica pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.



Atividades e desafios da Secção Regional dos Açores

A Engenharia como motor do desenvolvimento regional

O segundo semestre de 2025, na Secção Regional dos Açores, ficou marcado por um conjunto de iniciativas desenvolvidas em estreita colaboração com a Universidade dos Açores.

“Ambiente e Sustentabilidade”,
Museu dos Baleeiros,
Lajes do Pico



Texto: Sara Pavão
Engenheira Técnica de
Materiais, Industrial e
Qualidade; Presidente da
Secção Regional dos Açores
da OET



O sucesso destas atividades reflete o compromisso firme de ambas as instituições na promoção do debate e da partilha de conhecimento sobre temas estruturantes para os Açores, enquadrados numa perspetiva simultaneamente nacional e global.

Em plena consonância com a missão e os valores da OET, estas ações materializaram-se em eventos de elevado valor acrescentado, contribuindo para a valorização da engenharia e dos engenheiros técnicos enquanto agentes essenciais para o desenvolvimento sustentável da região. Para além da dimensão científica e técnica, os eventos constituíram também importantes espaços de encontro, reforçando a coesão institucional e aproximando profissionais, comunidade académica e sociedade civil, promovendo um diálogo profícuo entre a prática profissional e o meio universitário.

A primeira destas iniciativas foi a conferência “Ambiente e Sustentabilidade”, realizada no Museu dos Baleeiros, nas Lajes do Pico. O evento reuniu mais de cinquenta participantes

e estruturou-se em torno de quatro painéis: **Energias Renováveis**, **Recursos Hídricos**, **Sustentabilidade Empresarial** e **Construção Sustentável**. Especialistas, investigadores e representantes de entidades públicas e privadas debateram soluções para os desafios ambientais em territórios insulares, com especial enfoque na realidade açoriana.

Seguiu-se a conferência “**Cibersegurança e Inteligência Artificial**”, realizada no campus de Ponta Delgada da Universidade dos Açores. Estruturada em dois painéis – **Cibersegurança** e **Inteligência Artificial** – a iniciativa promoveu uma reflexão aprofundada sobre ameaças digitais, proteção de dados, ética e soberania digital. O encontro contou com cerca de setenta participantes, entre especialistas, académicos e profissionais, destacando o papel central dos engenheiros técnicos e da academia no processo de transformação tecnológica.

Ainda no segundo semestre de 2025, e no âmbito das comemorações do Dia do Engenheiro Técnico, teve lugar a **Conferência Pública “O papel da União Europeia no Desenvolvi-**

mento dos Açores: Oportunidades para a Engenharia", realizada em Ponta Delgada. O evento reuniu mais de meia centena de participantes e promoveu uma reflexão estratégica sobre o contributo da União Europeia para o futuro da Região Autónoma dos Açores. A sessão contou com a participação do Doutor Carlos Morais Pires, da Representação da Comissão Europeia em Portugal, do Dr. Paulo do Nascimento Cabral e do Dr. André Franqueira Rodrigues, ambos Deputados ao Parlamento Europeu. O debate foi ainda enriquecido pela presença institucional do Presidente da Assembleia Legislativa da Região Autónoma dos Açores, Eng.º Luís Garcia, e do Bastonário, Eng.º Técnico José Manuel Sousa, sublinhando a relevância política e institucional da iniciativa.

O segundo semestre de 2025 afirmou-se, assim, como um período de intensa atividade, forte presença territorial e partilha de conhecimento. Através de uma estratégia de descentralização e de cooperação institucional, a Secção Regional dos Açores reforçou o seu compromisso com o futuro da engenharia e com o desenvolvimento sustentável da Região Autónoma dos Açores.

Para os próximos meses está prevista a realização de outra conferência, que dará continuidade ao trabalho de promoção do debate técnico e científico sobre temas de relevância estratégica para a Região e para os Engenheiros Técnicos. Esta iniciativa terá como eixo central **a engenharia enquanto motor de desenvolvimento regional**, destacando o papel do conhecimento técnico e científico na construção de uma sociedade mais resiliente, sustentável e inovadora.

Em paralelo, a Secção Regional dos Açores irá reforçar a aposta na formação contínua dos seus membros, através da organização, divulgação e apoio a ações de formação técnica e profissional. Esta estratégia visa responder às exigências de um mercado de trabalho em constante evolução e aos desafios emergentes nos domínios da sustentabilidade, da digitalização e da inovação, promovendo uma prática profissional cada vez mais qualificada, ética e eficiente.

Já no início de 2026, tomaram posse os delegados e subdelegados de ilha e os membros dos colégios de especialidade inscritos na Secção Regional dos Açores. Os delegados e subdelegados assumem um papel fundamental no reforço da notoriedade, proximidade e visibilidade da OET, enquanto elos de ligação privilegiados entre a Ordem, os Engenheiros Técnicos e as instituições públicas e privadas. Esta função é particularmente relevante num território marcado pela dispersão geográfica e pela descontinuidade territorial, como é o caso dos Açores. Os colégios de especialidade, por sua vez, assumem a missão de contribuir para a definição e desenvolvimento da profissão, representando as Secções Regionais e dinamizando os colégios a nível regional, promovendo uma participação mais ativa de todos os membros.

É com este espírito de responsabilidade, dinamismo e visão estratégica que a Secção Regional dos Açores prepara os próximos meses, apostando no planeamento rigoroso das atividades e no reforço da formação profissional, com o objetivo de capacitar os Engenheiros Técnicos Açorianos para contribuírem de forma decisiva para o desenvolvimento socioeconómico da Região Autónoma dos Açores. ■

Nota de Autor

Sara de Viveiros Pavão é Engenheira Técnica de Materiais, Industrial e Qualidade. Natural de São Miguel, Açores, atualmente exerce funções como Presidente do Conselho Diretivo da Secção Regional dos Açores da Ordem dos Engenheiros Técnicos.

Ao longo do seu percurso profissional tem desenvolvido a sua atividade na administração pública regional, sendo atualmente, Técnica Superior do quadro regional de ilha de São Miguel, afeta à Direção Regional da Ciência, Inovação e Desenvolvimento (DRCID), desempenhando funções no Organismo Intermédio da DRCID com as competências de gestão no âmbito do Objetivo Específico 1.1. Desenvolver e reforçar as capacidades de investigação e inovação e a adoção de tecnologias avançadas do Programa Operacional Açores 2030, atribuídas através de contrato de delegação de competências pela Autoridade de Gestão.



"Cibersegurança e Inteligência Artificial", campus de Ponta Delgada da Universidade dos Açores

A missão da OET Centro

Representar, intervir, valorizar

Com a apresentação do presente documento daremos a conhecer a todos os nossos Colegas da Secção Regional do Centro as atividades internas e externas desenvolvidas ao longo dos últimos seis meses de 2025.



Texto: Paulo Moradias
Presidente da Secção Regional
do Centro da OET

Este período foi marcado por intensa atividade, seja em feiras, em seminários, em congressos, em particular das Ordens congéneres, seja nos contactos com entidades diversas, aqui relevando as escolas de ensino de engenharia. A descrição destas atividades é extensa, pelo que aqui apresentaremos apenas um resumo.

Atividades

No dia 5 de outubro, a convite do Presidente da Câmara Municipal de Coimbra, a OET Centro participou nas celebrações evocativas do 5 de Outubro, realizadas nos Paços do Município. Estiveram presentes a Engenheira Técnica Elisabete Simões e o Engenheiro Técnico Pedro Mota Santos.

De 20 a 22 de outubro realizou-se a FENGE 2025, um dos maiores e mais prestigiados eventos do setor da Engenharia e Emprego em Portugal, organizado exclusivamente por elementos da Associação de Estudantes do ISEC. Através do convite formulado pelo Senhor Presidente da Associação de Estudantes do ISEC, estivemos presentes na Sessão de Abertura da Cerimónia Solene da FENGE 2025, representados na figura do Presidente e da Vice-Presidente do Conselho Diretivo Regional, Engenheiro Técnico Paulo Moradias e Engenheira Técnica Elisabete Simões, respetivamente.

Já no dia 24 de outubro, o Presidente do Conselho Diretivo da Secção Centro representou o Bastonário da OET no XIII VDS (Vertentes e Desafios da Segurança), tendo integrado a Mesa da Sessão de Abertura do evento.

A 28 de outubro, estivemos presentes na Cerimónia Comemorativa do 45.º aniversário do IPCB, que decorreu na Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco. O Presidente do Conselho Diretivo Regional representou a OET neste evento.

A convite do Presidente do Instituto Politécnico de Tomar, participamos na Abertura Solene do Ano Letivo 2025/2026, através do Eng.º Técnico Luís Filipe Silva, que decorreu no campus do IPT, no dia 29 de outubro.

A convite do Presidente da Assembleia Municipal de Coimbra, Dr. Luís Marinho, a OET esteve presente na Sessão Solene de Instalação dos Órgãos do Município, em cerimónia realizada no dia 4 de novembro, na Sala D. Afonso Henriques, no Convento São Francisco.

Já no dia 6 de novembro, a ESAC e o [Núcleo Florestal AE ESAC](#), em parceria com o [Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.](#) (ICNF), promoveram a 1.ª Jornada Técnica em Restauro Florestal. A iniciativa contou ainda com o apoio da [Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais](#) e da [2bforest](#).

No âmbito do Ciclo de Conferências organi-

A OET no FENGE 2025, um dos maiores e mais prestigiados eventos do setor da Engenharia e Emprego em Portugal, organizado exclusivamente por elementos da Associação de Estudantes do ISEC.



zado pelo FoRCOP, realizou-se no dia 10 de novembro mais uma palestra, desta vez com Fernando Alexandre, Ministro da Educação, Ciência e Inovação.

Numa cerimónia que assinalou o Dia Mundial do Empreendedorismo Feminino e, por convite da Presidente da Câmara de Coimbra, participamos na Entrega do Prémio Municipal de Empreendedorismo Feminino, decorrido o dia 20 de novembro, no Salão Nobre dos Paços do Município.

Em representação da Secção Regional do Centro da OET, o Engenheiro Técnico Luís Filipe Silva participou na Conferência ODSlocal'25, que decorreu na cidade do Cadaval, no dia 21 de novembro.

A Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDR Centro) promoveu uma sessão de divulgação sobre "As Zonas Vulneráveis e o seu impacto na produção agropecuária", ação levada a efeito na Tocha, no dia 27 de novembro. Mais uma vez, a OET marcou presença nesta sessão de sensibilização.

Igualmente a 28 de novembro, da parte da tarde, realizou-se mais reunião plenária do FoRCOP, na Sede Regional do Centro da Ordem dos Farmacêuticos, a qual serviu para proceder ao balanço do ano de 2025 e à nomeação da próxima Presidência e da Comissão Permanente. Estiveram presentes pela OET Centro, o Engenheiro Técnico Paulo Moradas e o Engenheiro Técnico Luís Silva. A Vice-Presidente da Secção Centro, Engenheira Técnica Elisabete Simões participou, em representação do Bastonário da OET, na 6.ª reunião CONSAMP, realizada no dia 3 de dezembro, em Lisboa.

A convite do Bastonário da Ordem dos Enfermeiros, o Presidente da Secção Centro esteve presente na Sessão de Abertura da IV Convenção Internacional dos Enfermeiros e II Encontro de Enfermeiros Gestores que, em 2025, se realizou em Fátima, no dia 4 de dezembro.

Nos dias 5 e 6 de dezembro, a Ordem dos Médicos realizou as Cerimónias do Juramento de Hipócrates dos novos médicos inscritos na sua Secção Regional do Centro. Foi com enorme prazer que o Presidente do Conselho Diretivo da Secção Centro da OET compareceu na cerimónia realizada no dia 5, na UBI, e a Vice-Presidente do Conselho Diretivo da Secção Centro da OET marcou presença, no dia seguinte em Coimbra.

No dia 13 de dezembro marcamos presença na Inauguração da Exposição '4 Elementos', patente na Sala do Capítulo do Convento de São Francisco, assim como no dia 15 de dezembro no VIII Debate Florestas e legislação: oito anos depois dos incêndios de 2017: lições



aprendidas e oportunidades perdidas, que teve lugar na Casa da Cultura de Oleiros.

Finalmente, no dia 17 de dezembro realizou-se a cerimónia do 52.º Aniversário da Universidade de Aveiro.

E porque nos parece de grande importância a descentralização regional, realizamos aquela que foi a primeira reunião da direção fora da sua sede de Coimbra, tendo Leiria sido o distrito escolhido. Em 2026 daremos continuidade a este périplo. Em setembro de 2025, a Secção Centro acolheu a reunião do Conselho Diretivo Nacional e a reunião da Assembleia de Representantes, na sua sede, em Coimbra.

Eventos futuros

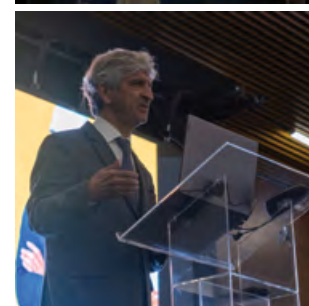
O início deste período é marcado pelas intempéries que têm fustigado e castigado em particular a Região Centro do país. Assim como é seu apanágio e missão, a Ordem criou uma bolsa de engenheiros técnicos, que se disponibilizaram para validar os relatórios técnicos, que de acordo com a legislação publicada pelo governo, permitirá a chegada mais rápida aos destinatários das respectivas ajudas financeiras.

A Secção Regional do Centro, continuará a estabelecer contactos com as autarquias, Comissão de Coordenação, escolas de ensino superior, comunidades intermunicipais, entre outras.

Já tem a presença assegurada em diversos eventos que irão decorrer nas próximas semanas, como a Electrical Engineering OpenDay 2026 no Instituto Politécnico de Viseu, a Job Summit IPC & Science2Business, em abril, no Convento de São Francisco em Coimbra ou ainda a conferência sobre riscos globais, que decorrerá em março, na cidade da Maia.

Neste início de 2026, a OET reentra na comissão permanente da FoRCOP, e também terá presença na revista "500 Maiores Empresas de Construção Civil e Obras Públicas do Distrito de Coimbra" a editar pelo Diário de Coimbra. ■

Paulo Moradas, presidente do Conselho Diretivo da Secção Centro, representou o Bastonário da OET no XIII VDS (Vertentes e Desafios da Segurança), tendo integrado a Mesa da Sessão de Abertura do evento.



Proximidade e dinamização da engenharia

Ao longo do último ano, a Secção Regional da Madeira da Ordem dos Engenheiros Técnicos promoveu um conjunto diversificado de iniciativas técnicas, institucionais e sociais, reforçando a ligação entre os membros e a sociedade.



Texto: Jorge Graterol
Engenheiro Técnico sénior
especialista em Direção de
Obra, Vice-Presidente do
Conselho Diretivo da Secção
Regional da Madeira da OET

O balanço destas atividades demonstra uma atuação consistente, marcada pela proximidade, pela partilha de conhecimento e pela valorização do papel da engenharia técnica no desenvolvimento regional.

O trabalho desenvolvido refletiu uma estratégia de participação ativa, reforçando a identidade profissional e a presença da engenharia técnica na comunidade.

A Semana Regional do Engenheiro Técnico

constituiu o principal momento agregador, reunindo profissionais de diferentes áreas em atividades técnicas e de convívio. Entre os destaques, a sede regional abriu portas em formato *open day*, permitindo o contacto direto com membros e convidados. A programação incluiu ainda uma visita técnica à obra do túnel das Quebradas/Amparo e o Encontro Regional do Colégio de Engenharia Civil, dedicado ao tema *Habitação, Infraestruturas e Desenvolvimento Sustentável*.



Visita Técnica obra do túnel das Quebradas/Amparo



Plantação de Árvores no Parque Ecológico do Funchal

A semana terminou com o Jantar Comemorativo do Dia Nacional do Engenheiro Técnico, onde foram distinguidos membros sénior e especialistas.

A vertente ambiental e social ficou marcada pela ação de voluntariado no Parque Ecológico do Funchal, assinalando o Dia da Floresta Autóctone. A plantação de árvores, com o apoio da Câmara Municipal do Funchal, envolveu membros, familiares e amigos, num gesto coletivo de responsabilidade ambiental e de promoção da sustentabilidade.

No plano institucional, a Secção Regional da Madeira tomou posse como membro do Conselho Económico e de Concertação Social da Região Autónoma da Madeira, reforçando a participação da Ordem no diálogo social e na definição de políticas públicas orientadas para o desenvolvimento económico e a coesão social.

Conclusão

O conjunto de iniciativas realizadas ao longo do ano revela uma secção regional dinâmica, próxima dos seus membros e comprometida com o desenvolvimento técnico, social e institucional da região. Cada atividade contribuiu para fortalecer a identidade profissional e para evidenciar o papel dos engenheiros técnicos na construção de soluções sustentáveis e inovadoras.

O percurso realizado demonstra que a valorização da profissão passa pela união, pela formação contínua e pela presença ativa nos desafios da sociedade.

Neste novo ciclo, a Secção Regional da Madei-

ra assume uma aposta clara na dinamização dos colégios das engenharias agrária e alimentar, áreas estratégicas para o futuro da região. Entre as iniciativas previstas, destacam-se a **Visita Técnica à Quinta da Moscadinha**, a 7 de março, e as **Jornadas Interdisciplinares de Engenharia Agrária, Alimentar e Saúde**, a realizar a 22 de maio.

A dinamização destes colégios representa um passo decisivo para aproximar a engenharia dos setores produtivos e reforçar a sustentabilidade dos recursos e da economia regional.

Com este enfoque, a Secção Regional da Madeira procura consolidar uma atuação cada vez mais abrangente, preparando o futuro da profissão com responsabilidade, inovação e espírito de serviço público. ■

Neste novo ciclo, a Secção Regional da Madeira assume uma aposta clara na dinamização dos colégios de engenharia agrária e alimentar, áreas estratégicas para o futuro da região.

Tomada de Posse no CECS-RAM na presença da Presidente da Assembleia Legislativa Regional, Dra. Rubina Leal e o Secretário-Geral, Dr. Vítor Barreto.



A Atividade da Secção Regional do Norte:

Ação, Proximidade e Conhecimento

A atividade desenvolvida pela Secção Regional do Norte da Ordem dos Engenheiros Técnicos ao longo do segundo semestre reafirma um compromisso claro com a valorização da profissão, o reforço da visibilidade institucional da OET e, acima de tudo, a proximidade permanente aos seus membros.



Texto: António Augusto Sequeira Correia
Presidente da Secção Regional do Norte da OET, Engenheiro Técnico Geotécnico



Colaboração: Sara Rafael

Um dos eixos centrais da nossa atuação tem sido o aprofundamento da ligação às **instituições de ensino**, assumindo um papel ativo na divulgação da missão da Ordem junto dos estudantes e futuros profissionais. Nesse contexto, marcámos presença na **4.ª edição do Grow Your Skills Up**, no IPCA (Barcelos), bem como na **Feira de Empregabilidade ISPGAYA 25**, promovendo o contacto direto entre a OET e a comunidade académica. Participámos ainda em diversos momentos institucionais de relevo, nomeadamente na cerimónia de entrega dos **Certificados Profissionais Foundation Level da buildingSMART**, no ISEP; na **Sessão Comemorativa do 26.º Aniversário da ESTG – Felgueiras**; na **Sessão Solene do 31.º Aniversário do IPCA**, em Barcelos; e na cerimónia de **Tomada de Posse do Professor Luís Carlos Loures**, enquanto

boração entre as duas entidades, reforçando a cooperação institucional e abrindo caminho a iniciativas conjuntas de interesse para estudantes e profissionais.

Esta proximidade ao meio académico tem permitido sensibilizar os futuros Engenheiros Técnicos para a importância da inscrição numa Ordem que promove valores fundamentais como a **ética profissional**, a **inovação**, a **atualização contínua de conhecimentos** e o **apoio ao longo de todo o percurso profissional**.

Paralelamente, a Secção Regional do Norte reforçou a sua presença em diversos eventos externos, consolidando **parcerias institucionais** e afirmando o papel da OET no contexto técnico, científico e profissional.

O **apoio técnico aos membros** continua a ser um pilar estruturante da nossa ação. Atentos às necessidades e questões emergentes, promovemos várias **videoconferências temáticas**, dedicadas à partilha de conhecimento e à atualização profissional, abordando temas como:

- Gestão e Prevenção de Incêndios Rurais;
- O Novo Regulamento (UE) 2023/1230 – Máquinas: o que muda a partir de 2027;
- Sistemas Antifogo;
- Cibersegurança e o seu impacto no Regulamento (UE) 2023/1230.

No âmbito das comemorações do **Dia Nacional do Engenheiro Técnico**, assinalado a **2 de setembro**, a Secção promoveu uma conferência em parceria com a Sociedade de



Coordenação BIM

Presidente do Conselho Coordenador dos Institutos Superiores Politécnicos. No mesmo âmbito, realizou-se uma reunião com o Diretor do IPCA, **Dr. Vítor Hugo**, com vista à formalização de um **protocolo de cola-**



Cartaz do Dia Nacional do Engenheiro Técnico

Advogados **Cerejeira Namora, Marinho Falcão**, apresentada pelo **Dr. Ricardo Maia Magalhães**, subordinada ao tema “*Simplex Urbanístico: o novo paradigma da responsabilidade profissional dos técnicos*”.

Esta iniciativa permitiu esclarecer as principais alterações introduzidas pelo Simplex Urbanístico, com especial enfoque na atuação e responsabilidade profissional dos técnicos, assinalando uma data de particular relevância para a classe, num ambiente de partilha e confraternização.

A Secção marcou igualmente presença na **Semana da Reabilitação Urbana do Porto**, que decorreu de 12 a 14 de novembro, na **Casa da Arquitetura**, em Matosinhos, integrando uma agenda dedicada aos desafios da construção, da reabilitação urbana e da sustentabilidade, contando ainda com um **stand próprio na exposição de entidades do setor**.

No domínio da aproximação ao **setor empresarial**, destacam-se duas visitas técnicas de elevado interesse. A primeira, realizada a **27 de setembro**, à **WEST SEA – Nova Doca Seca**, em Viana do Castelo, permitiu conhecer de perto uma infraestrutura de referência da indústria naval portuguesa. A segunda, a **14 de outubro**, às frentes de obra da **Linha Rubi do Metro do Porto**, proporcionou uma visão privilegiada sobre aquele que é considerado o projeto mais complexo da rede, pela diversidade de métodos construtivos e soluções inovadoras adotadas.

Já em **2026**, a Secção Regional do Norte, em parceria com o **Departamento de Engenharia Geotécnica do ISEP**, organizou dois eventos científicos de referência: a **4GEO – Conference on Georesources, Geomaterials, Geotechnologies and Geoenvironment (2.ª Edição)**, no dia 23 de janeiro, e o **XIX Encontro de Engenheiros Geotécnicos**, no dia 24 de janeiro, subordinado ao tema “*Geotecnia, Georrecursos e Geoambiente: Sustentabilidade, Resiliência e Inovação*”.

Estes encontros reuniram empresários, engenheiros, investigadores e estudantes, promovendo um espaço privilegiado de diálogo e reflexão. Foram debatidos temas emergentes — da sustentabilidade e dos riscos naturais às tecnologias de vanguarda, como a **geotecnia digital** e a **inteligência artificial** — colocando o futuro da geotecnia no centro das decisões do presente. Assinalaram ainda os **mais de 50 anos do curso de Engenharia Geotécnica do ISEP**, celebrando um percurso académico e científico de excelência.

Mantendo o compromisso com a **atualização permanente de conhecimentos**, a Secção Regional do Norte prevê, ao longo de 2026, a



Visita à **WEST SEA – Nova Doca Seca**, em Viana do Castelo

realização de novas **videoconferências**, abordando áreas como cibersegurança, gestão contratual, hidrogénio verde, robótica avançada, comunicações de nova geração, sustentabilidade mineira, agricultura inteligente, bioprocessos, segurança alimentar digital e materiais avançados.

A **Secção Regional do Norte** continuará a trilhar um caminho assente no **dinamismo, na ética e na credibilidade**, ao serviço dos seus membros, da engenharia e da sociedade. ■

4GEO – Conference on Georesources, Geomaterials, Geotechnologies and Geoenvironment (2.ª Edição)



Intensa agenda de atividades técnicas e culturais



Texto: **José Delgado**
Presidente da Secção
Regional do Sul

Agenda de algumas atividades para 2026

A Secção Regional do Sul da OET tem já programada uma intensa agenda de atividades para os próximos meses, que inclui participação em congressos, organização de webinars técnicos e reforço de parcerias institucionais.

Fevereiro de 2026

Envio de ofício de apoio aos presidentes dos municípios da região da SRSUL, com destaque para os mais atingidos pela intempérie, como Alcácer do Sal e os que integram as CIM da Lezíria e do Médio Tejo, entre outros. No seguimento da estratégia dos anos anteriores e tendo em atenção a necessidade de reforço da cooperação entre a OET e as escolas, a SRSUL está a operacionalizar o envio de ofícios para todas as universidades e politécnicos da região, a fim de serem efetuadas reuniões, com os reitores das universidades, com os presidentes dos politécnicos e com os presidentes das associações de estudantes.

A Secção Regional do Sul da Ordem dos Engenheiros Técnicos promoveu e participou numa série de iniciativas que conjugaram conhecimento técnico, preservação patrimonial e responsabilidade social, consolidando o papel da engenharia em áreas críticas como habitação, ambiente, segurança no trabalho e alterações climáticas.

Ações institucionais

A Secção Regional do Sul está a implementar um conjunto de ações de reforço institucional, que incluem a formalização da nomeação de delegados e subdelegados distritais e delegados concelhios em todos os distritos e concelhos da área de jurisdição, o estabelecimento de protocolos de cooperação com instituições de ensino superior para promoção de estágios e integração academia-mercado, e o apoio técnico a autarquias afetadas por intempéries, com disponibilização de recursos técnicos especializados para aconselhamento e levantamento de necessidades.



A Direção da Secção Regional do Sul tem mantido reuniões com periodicidade quinzenal, permitindo um acompanhamento próximo das atividades em curso e uma resposta ágil aos desafios emergentes. Esta dinâmica de trabalho regular pretende ser mantida ao longo de 2026, garantindo a articulação eficaz entre os diversos eixos de atuação da Secção. A Secção mantém ainda uma colaboração regular com publicações nacionais e internacionais, com artigos técnicos na Revista Segurança, na Revista da Ordem e na revista do Ministério do Trabalho de Angola.

Representação institucional em eventos académicos

Entre outubro e dezembro de 2025, a Secção Regional do Sul marcou presença em diversos

eventos do ensino superior, reforçando os laços entre a OET e as instituições académicas. A representação da Ordem nas cerimónias de tomada de posse e aniversários de instituições demonstra o compromisso com a formação das novas gerações de profissionais de engenharia.



Pedro Reia, Delegado Distrital de Portalegre, representou o Bastonário José Manuel Sousa na Tomada de Posse do Presidente do Politécnico de Portalegre (22 de outubro) e nas celebrações do 45º aniversário da instituição (25 de novembro). Hugo Deodato, Secretário do Conselho Diretivo da Secção Regional do Sul, marcou presença no 26.º aniversário da EST Barreiro (15 de novembro).

A Vice-Presidente da Secção Regional do Sul, Isabel Martins, representou a OET na cerimónia comemorativa do Dia da Universidade Aberta, realizada a 2 de dezembro de 2025 no Pavilhão do Conhecimento. O evento incluiu uma cerimónia formal e receção de convidados, sublinhando a importância do ensino à distância e da formação ao longo da vida.

Dia do Engenheiro Técnico celebrado com roteiro pela Baixa Pombalina

No dia 2 de setembro de 2025, a Secção Regional do Sul da Ordem dos Engenheiros Técnicos



reuniu mais de cem membros para celebrar o *Dia do Engenheiro Técnico*. Um encontro que juntou conhecimento, património e convívio no coração da Baixa Pombalina.



O evento começou na sede da OET com uma sessão técnica sobre história, classificação e metodologias de intervenção na reabilitação e conservação do património urbano. Posteriormente, os participantes dividiram-se em equipas para realizar um roteiro de inspeção pela Baixa Pombalina, onde registaram alterações de fachadas, acrescentos de pisos e transformações ocorridas desde a reconstrução pós-1755, preenchendo questionários técnicos que servirão de base a um relatório final. O dia terminou com um jantar de convívio onde foram partilhadas as primeiras conclusões do trabalho de campo, reforçando a importância da colaboração entre técnicos e associações na preservação do património.



Webinar sobre perdas de água aborda desafios da gestão hídrica

A 23 de setembro de 2025, a Secção Regional do Sul promoveu um webinar técnico dedicado ao tema "Controlo de Perdas de Água", com a participação dos engenheiros técnicos José Delgado (anfitrião) e José Ortiz (orador). A iniciativa refletiu a crescente preocupação da OET com temas de sustentabilidade e eficiência na gestão de recursos essenciais. Refletiu-se e debateu-se sobre as questões relacionadas com as alterações climáticas e os efeitos das cheias rápidas.



Apresentação literária: diálogo entre engenharia e cultura

A 21 de novembro de 2025, a OET organizou uma sessão de apresentação do livro "Catarse e Pensamentos", de Júlio Gomes Marinho,



no Auditório Ferreira da Costa, em Lisboa. O evento demonstrou a preocupação da Ordem em promover não apenas o conhecimento técnico, mas também a dimensão cultural e humanística dos seus membros.



Seminário em Tavira debateu impactos ambientais

No dia 25 de novembro de 2025, a Ordem dos Engenheiros Técnicos, com o apoio da Câmara Municipal de Tavira, realizou na Biblioteca Municipal Álvaro de Campos o Seminário "Impactos Ambientais". O evento teve como objetivo colocar em debate os desafios e oportunidades relacionados com os impactos ambientais, com especial foco em

Agenda 2026

Março de 2026

A Secção participa no Congresso GECORPA (5 de março, Lisboa), evento para o qual a OET integra a Comissão Organizadora e onde apresentará um artigo técnico sobre a conservação e restauro da Janela do Capítulo do Convento de Cristo. Igualmente está agendada uma participação na conferência da Universidade da Maia (11 e 12 de março), sobre Riscos Globais.

Paralelamente, a OET promoverá um ciclo de três webinars sobre normalização em Sistemas Urbanos de Água, com sessões previstas a 4 de março (introdução à normalização e enquadramento), 11 de março (normalização europeia e comités técnicos) e 18 de março (normalização internacional), com a participação da especialista Rita Ribeiro.

Abril de 2026

A Secção estará presente nas comemorações do Dia Mundial da Segurança e Saúde no Trabalho na Ilha do Fogo, Cabo Verde (28 de abril), numa iniciativa organizada pela ACT e pela Inspeção do Trabalho local, que incluirá apresentações técnicas e institucionais.

Agenda 2026

Maio de 2026 e restantes meses

Estão em preparação eventos técnicos sobre descargas atmosféricas e sistemas de proteção, revisão de preços na construção, e um encontro técnico em Almada que abordará vários temas. A Secção Regional do Sul está também a organizar o seminário “Engenharia e Território: Desafios no Sul e Litoral Alentejano” em Odemira, com foco em urbanismo, territórios sensíveis e engenharia forense. O evento visa responder às dúvidas dos Engenheiros Técnicos sobre o Simplex Urbanístico, os desafios de construção em zonas protegidas (Costa Vicentina) e introduzir a Engenharia Forense como área de atuação emergente para os profissionais da região. Nos restantes meses, serão efetuados seminários temáticos nos sete distritos, em função das características de cada região e de temas atuais, que envolvam a engenharia e assuntos de interesse para o desenvolvimento e sustentabilidade do país.

temas do abastecimento de água, das cheias por chuvadas intensas, das cheias marítimas, dos sismos e das temperaturas extremas.



O programa contemplou quatro painéis temáticos dedicados a: água (abastecimento e cheias), sismos (incluindo o levantamento do estado atual do edificado da Baixa Pombalina em Lisboa), temperaturas extremas, e um painel final sobre desafios integrados que reuniu presidentes de câmaras municipais da região. A moderação esteve a cargo de especialistas e membros da OET, incluindo José Delgado (Presidente da Secção Regional do Sul) e Isabel Martins (Vice-Presidente).

Com esta iniciativa, a OET reforçou o seu compromisso com a engenharia e a sustentabilidade ambiental, promovendo a partilha de conhecimentos e boas práticas entre profissionais, entidades públicas e privadas e a sociedade civil.

Cabo Verde - A OET no II Fórum de Saúde e Segurança no Trabalho da CPLP

Entre 3 e 5 de dezembro de 2025, José Delgado, Presidente da Secção Regional do Sul, representou a OET no II Fórum de Saúde e Segurança no Trabalho da CPLP, realizado na cidade de Praia, em Cabo Verde. O evento reuniu Inspeções do Trabalho de sete Estados-Membros, especialistas da OIT e profissionais de diferentes setores.



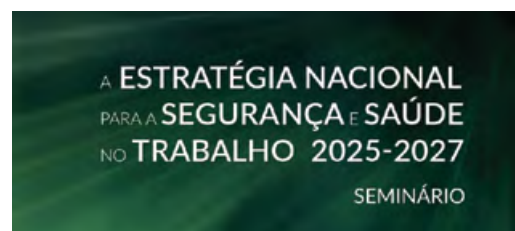
José Delgado participou no painel sobre “Gestão da SST”, onde defendeu uma abordagem integrada na organização e planeamento para

prevenção, avaliação de riscos e preparação para emergências. Apresentou também estudos sobre os desafios das mudanças climáticas e do stress térmico em setores como a construção civil e a agricultura, reforçando o posicionamento da OET como entidade de referência em segurança e saúde no trabalho no espaço lusófono.

Entregou ainda o Regulamento de Segurança e Saúde no Trabalho para a Construção Civil e Obras Públicas, um trabalho desenvolvido com a Inspeção de Trabalho de Cabo Verde, Ministério do Trabalho, Formação Profissional e Solidariedade Social.

ACT - Estratégia Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho

Em janeiro de 2026, José Delgado, Presidente da Secção Regional do Sul, representou o Bastonário no seminário “A Estratégia Nacional para a Segurança e Saúde no Trabalho – 2025-2027”, organizado pela Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT). O evento ocorreu a 20 de janeiro de 2026 e realizou-se no auditório do Instituto do Emprego e Formação Profissional, em Lisboa.



O seminário permitiu aos parceiros sociais e restantes participantes conhecer as prioridades e os eixos de intervenção da nova estratégia governamental para a prevenção de riscos profissionais e a promoção de ambientes de trabalho seguros e saudáveis.

Balanço

A agenda da Secção Regional do Sul da Ordem dos Engenheiros Técnicos entre setembro de 2025 e janeiro de 2026 evidencia uma atuação multifacetada, que conjuga preservação patrimonial, sustentabilidade ambiental, segurança no trabalho e políticas de habitação.

Através de eventos técnicos, representação institucional e participação em debates sobre políticas públicas, a OET reafirmou o papel central da engenharia na construção de soluções para os desafios da sociedade contemporânea, mantendo sempre presente a dimensão cultural e humanística da profissão. A agenda programada para 2026 dá continuidade a esta estratégia, reforçando a cooperação internacional, a formação técnica e o compromisso com a responsabilidade social. ■

A Qualificação dá Trabalho

Invista no seu futuro com a Academia ADENE
e torne-se uma referência no setor.

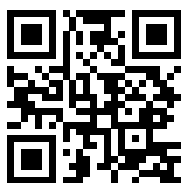
Na Academia ADENE apostamos no reforço das competências e qualificações profissionais, com uma oferta formativa em modo presencial ou online, em áreas desde a certificação energética de edifícios até à sustentabilidade, passando pelas energias renováveis.

Promovemos também a certificação internacional na área da construção sustentável ou da medição e verificação.

Dispomos ainda de formação à medida, para dar uma resposta mais eficaz às necessidades específicas das entidades e formandos.

Conheça as formações especializadas da Academia ADENE.

Saiba mais em academia.adene.pt



CONGREGA | WCEAM

**Multistakeholder Collaboration for
Innovation in Engineering Asset
Management**



BRAGA, PORTUGAL



FÓRUM BRAGA



14-16 OCTOBER 2026



PROGRAMME

Special plenary sessions
Social events: welcome cocktail & gala dinner
Multistakeholder satellite sessions
Workshops
Entrepreneurship competition
Networking spaces
Industry exhibition



TOPICS

Alignment of strategy, planning, and decision-making
Leadership and human capital
Sustainability, circular economy & lifecycle engineering
Lifecycle delivery
Digital and AI-driven transformation
Resilience of critical assets and smart cities
Regulations and standards
Risk and reliability
Innovation and entrepreneurship



KEY DATES

Abstract submission and acceptance:
Currently on a rolling basis
12-pages manuscript submission:
30/04/2026



www.congrega.eu



info@congrega.eu



[@congrega-channel](https://www.instagram.com/congrega-channel)

SPONSORS

TECHNOLOGY PARTNER

PUBLISHING PARTNER

GOLD
KROLL

SILVER
kiwa



ORDEN DOS
ENGENHEIROS
TÉCNICOS

BRONZE
E-REDES



interprefy **SHAKE IT**

ponteditora
Crossing the Knowledge

Springer