

info@tecnicelpa.77

Junho'25

Associação Portuguesa dos Técnicos das Indústrias de Celulose e Papel



25 ANOS DE SÓCIO TECNICELPA PARABÉNS AOS NOVOS MEDALHADOS



Índice

03 EDITORIAL

› EUCEPA/CEPI/ICFPA Blue Sky Awards - **Vitor Lucas**

NOTÍCIAS DA TECNICELPA

04 › Seminário - Fiabilidade Industrial - **Luis Alvelos**

13 › Convívio de Natal 2024 - Quebra Nozes no reino do gelo - **Cesaltina Baptista**

14 › Reunião do Conselho Consultivo da Tecnicelpa

14 › Seminário - Minimização do Risco de Legionella - **Liliana Correia**

17 › Transformação Digital - Evolução tecnológica ou Revolução de processos - **João Martins**

24 › PRÓXIMOS EVENTOS - Tecnicelpa e Internacionais

25 › 25 anos de sócio! Parabéns

28 › MOVIMENTO ASSOCIATIVO

29 › Tecnicelpa promove Curso Intensivo de Processo de Produção de Pasta em parceria com a Universidade da Beira Interior - 8.ª edição - **Ana Paula Costa**

HISTÓRIAS E MEMÓRIAS

30 › Cronologia e factos relevantes para a História do Papel em Portugal - VII - **Maria José Santos**

32 › Uma “velha” matéria prima...as plantas anuais. - **Henrique Dominguez**

ARTIGOS DE OPINIÃO

34 › Repensando o processo de aprendizado tecnológico no setor de celulose e papel - **Celso Foelkel**

37 › O princípio da incerteza - **Vitor Crespo**

ARTIGOS TÉCNICOS

39 › Perceções sobre a floresta que a ciência ajuda a esclarecer - Adaptado de www.florestas.pt

41 › A água e a sua utilização em caldeiras - Parte 2 - História do tratamento de água de compensação a caldeiras (*continuação*) - **Vitorino de Matos Beleza e Sofia Assunção Fernandes**

FICHA TÉCNICA

Título: info@tecnicelpa

Edição: n.º 77, Junho de 2025

Coordenação editorial: TECNICELPA - Associação Portuguesa dos Técnicos das Indústrias de Celulose e Papel

Contactos: Rua Amorim Rosa, n.º 38- 1.º Dto, 2300-450 TOMAR - PORTUGAL

Email: info@tecnicelpa.com :: <https://www.tecnicelpa.com> :: **Tel :** +351 249 324 858

Capa, design e paginação: Luís Campos (HOMEWORK - design :: comunicação :: gestão de eventos)

Impressão: ENP Publishing Group - France

Os artigos são da exclusiva responsabilidade dos respetivos autores. A reprodução integral ou parcial dos conteúdos carece de autorização da TECNICELPA.

Distribuição gratuita aos associados da TECNICELPA.



EDITORIAL

VITOR LUCAS

Presidente do Conselho Diretivo

EUCEPA/CEPI/ICFPA Blue Sky Awards

A *International Council of Forest and Paper Associations (ICFPA)* organiza, a cada dois anos, um evento global que tem como objetivo reconhecer e premiar trabalhos, desenvolvidos por jovens, que introduzam inovação e valor acrescentado na cadeia de produtos do nosso setor.

Este ano com dinamização da EUCEPA e da CEPI, foi criada uma nova categoria por forma a incluir trabalhos com algum grau de aplicabilidade industrial já comprovada.

O evento vai na sua 5ª edição e, este ano, passou a ter duas categorias:

- › Prémio de Inovação de Jovens Pesquisadores, reconhecendo estudantes e pesquisadores de destaque até 30 anos de idade;
- › Prémio de Inovação para Jovens Profissionais, reconhecendo projetos de destaque de profissionais e académicos até 35 anos de idade.

Os membros do ICFPA indicaram 15 candidatos de todo o mundo para competir internacionalmente. Após uma avaliação rigorosa feita por um júri composto por líderes ligados à indústria, academia e políticas públicas em todo o mundo, os três vencedores em cada categoria foram selecionados para receberem o merecido reconhecimento pela sua contribuição excepcional para a indústria de produtos florestais.

Estes três selecionados por categoria tiveram oportunidade de apresentar os seus trabalhos na conferência anual da ICFPA que decorreu em maio em Nova York. Dos 6 trabalhos selecionados a CEPI/EUCEPA teve três representantes:



Titta Kiiskinen - Finland; Research subject:
Air Filtering - With Sustainable Materials

François Bru - France; Research subject:
All cellulose barrier material for the development
of recyclable and biodegradable food packaging solution

Brendon de Raad - Netherlands; Research subject:
Towards a Sustainable Dutch Paper Industry:
The Application of Heat Pumps

A EUCEPA teve um papel muito ativo ao longo deste processo para, em conjunto com a CEPI, incluir esta nova categoria de Jovens Profissionais (*Blue Sky Young Professionals Innovation Award*), dinamizar a recolha de trabalhos nas associações europeias do setor e avaliar os trabalhos.

Esta é uma iniciativa que a EUCEPA pretende reforçar ao longo dos próximos anos e que pretende incentivar a inovação e tornar o nosso setor mais atrativo para os jovens.

VITOR LUCAS



LUIS ALVELOS
Sócio n.º 1194

Seminário **Fiabilidade Industrial**

Aveiro, 21 de novembro de 2024



Decorreu em Aveiro, no passado dia 21 de novembro de 2024, o 1º Seminário de Fiabilidade Industrial da Tecnicelpa, reunindo à volta deste tema os melhores especialistas nesta matéria. A Tecnicelpa, que acredita que o tema da Fiabilidade Industrial é fulcral para o desenvolvimento empresarial nacional e internacional, aceitou este desafio de promover um Seminário onde se debateram as atuais vertentes de opinião nesta matéria.

Foi criado um espaço onde cada um dos presentes teve a oportunidade de partilhar as suas ideias, experiências e até questionar aquilo que é relevante para o dia-a-dia da Fiabilidade Industrial, criando um núcleo de conhecimento e partilha, propondo um futuro mais previsível e de sucesso.

A Fiabilidade Industrial é o tema central de todas as atividades que pretendam entregar ao mercado de forma consistente um produto, garantindo o prazo de entrega, a sua qualidade e a satisfação do seu cliente. É, da mesma forma, uma garantia de eficiência operacional e competitividade num mercado em constante mudança. Este, é um tema estratégico para a eficiência e competitividade não só do nosso setor, como de todo um setor industrial. Nas Micro, Pequenas e Médias Empresas é ainda mais relevante, já que pode fazer a diferença na própria sobrevivência da empresa.

Com a Fiabilidade nas Operações, garantimos a segurança das nossas pessoas, uma produção estável e previsível, uma redução dos custos unitários do produto, obtendo disponibilidade e promovendo a performance dos equipamentos com menos paragens não programadas ou inesperadas.

Otimiza-se, assim, a gestão de risco de produção, dos fatores ambientais, sociais e de governação corporativa das nossas Empresas, independentemente da sua dimensão.

O Seminário decorreu em formato modular, dividido em 4 partes distintas, permitindo partilhar e explorar um conjunto de temas que vão ao encontro de uma só palavra, **FIABILIDADE**. Foram abordadas questões que têm impacto direto nos nossos ativos e, consequentemente, na Segurança de pessoas e nos Resultados de nossas operações.

Foram apresentados dois momentos de Q&A, discutindo e esclarecendo os temas abordados, com o desenvolvimento de mesas redondas, com a partilha da experiência de cada um dos participantes e oradores, moderadas por Carlos Brás e por Francisco Pedro Coelho.

Acreditamos que os três principais vetores, base que nortearam o nosso encontro, foram descritos como pilares da

de manutenção bem definida e alinhada com os objetivos da empresa pode aumentar a segurança, a produtividade e a eficiência dos ativos. Hoje, a manutenção deixou de ser apenas corretiva e passou a englobar práticas preditivas, preventivas e até estratégicas, muitas vezes apoiadas por tecnologias de monitorização, com análise de dados em tempo real. Foi objetivo na última parte do Seminário, explorar como as novas abordagens tecnológicas podem prevenir falhas e maximizar o tempo de disponibilidade dos equipamentos.

Por último, foi feita a demonstração de aplicação prática de conceitos descritos anteriormente, apresentando a Fiabilidade na prática, com alguns exemplos trazidos pelos nossos pares, ilustrando muito rapidamente a vida real das equipas nas nossas fábricas.

Apresentamos os pontos principais de cada intervenção dos oradores convidados deste Seminário.

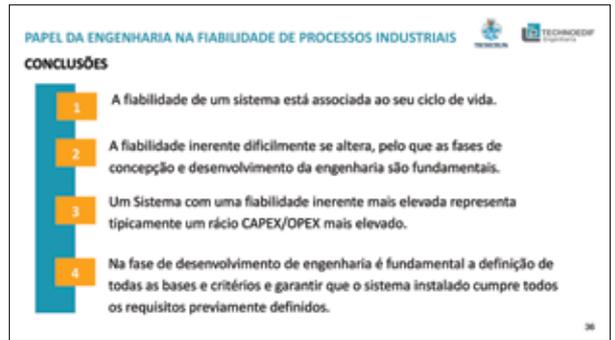
- O impacto da realização de Projetos e/ou modificações das Instalações na Fiabilidade. Como minimizar este impacto - Alexandra Dolgner (TECHNOEDIF)

Fiabilidade de um Sistema: Define-se o que é a fiabilidade de um sistema, descreve o ciclo de vida do equipamento/ sistema e os vetores e tipos de fiabilidade

Bases e Critérios no Desenvolvimento da Engenharia será detalhar os códigos e normas aplicáveis, condições de design, materiais de construção, especificação de equipamentos, análise de sistemas, análise técnica de propostas, aprovação de documentos, ensaios, controlo e monitorização, e sistemas elétricos.

Como caso Prático: apresenta um estudo de caso sobre a linha de alimentação de vapor AP a uma turbina, incluindo análise de flexibilidade, aspetos relevantes no design da tubagem, análise estática e dinâmica do sistema.

Resume os pontos principais discutidos na apresentação, enfatizando a importância da fiabilidade inerente de um sistema e a necessidade de definir todas as bases e critérios na fase de desenvolvimento da engenharia.



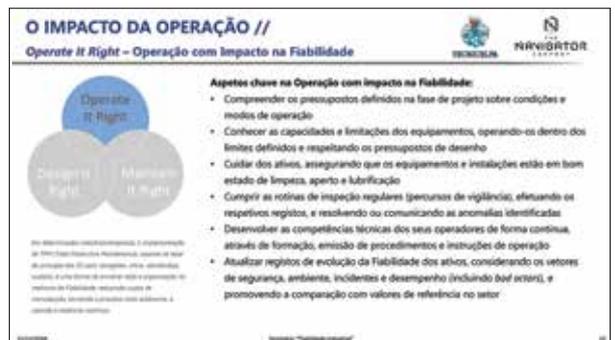
- O impacto da Operação / Condução das unidades fabris na Fiabilidade e como mitigar o impacto - João Baleizão (THE NAVIGATOR COMPANY)

Definição de Fiabilidade: A fiabilidade é a capacidade de um sistema, equipamento ou ativo de desempenhar sua função adequadamente durante um período específico, sem degradação, anomalias ou falhas.

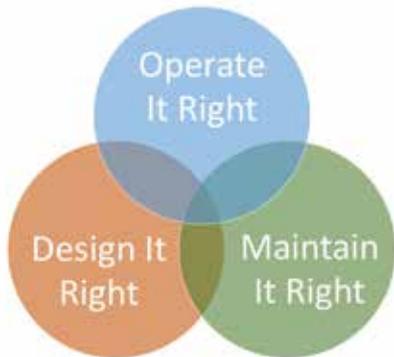
Jornada para a Excelência Operacional: Baseada no Modelo de Ledet, a jornada inclui etapas como "Fix it after it breaks" e "Fix it before it breaks", com foco na gestão de ativos, eliminação de defeitos e melhoria contínua.



A fiabilidade não é responsabilidade exclusiva da manutenção, mas também envolve as fases de projeto (Design It Right), operação (Operate It Right) e manutenção (Maintain It Right).



A operação tem um papel crucial na fiabilidade, desde a fase de projeto até a operação diária, incluindo a implementação de planos de melhoria de fiabilidade e a manutenção de registos detalhados.



Design It Right - A Fase de Projeto: A operação deve intervir nos projetos de instalações ou equipamentos, participando na definição de objetivos, indicadores de desempenho, condições de operação, especificações de matérias-primas, condições de segurança, fatores ambientais, períodos de operação, procedimentos específicos e formação de operadores

Operate It Right - Operação com Impacto na Fiabilidade: A operação é responsável pelo cuidado e desempenho dos ativos, evitando a mentalidade de que o equipamento só precisa durar até o final do turno. É necessário desenvolver planos anuais de melhoria de fiabilidade, conduzidos ou suportados pelas operações

Maintain It Right - A Relação com a Manutenção: A relação entre operação e manutenção é crucial para a melhoria da fiabilidade. Isso inclui a comunicação clara sobre a operação fora dos limites de desenho, colaboração no estabelecimento de prioridades e definição de intervenções, garantia de registos detalhados de anomalias, compartilhamento de informações de ocorrências e realização de reuniões diárias regulares.

- O Papel da Gestão de Operações na Fiabilidade Industrial - Paulo Jordão (ALTRI)

Na Gestão Industrial enfatizamos a eficiência e eficácia no uso de recursos, garantindo que os produtos atendam aos padrões exigidos, minimizando retrabalho e defeitos. A aplicação de metodologias de melhoria contínua é essencial para otimizar processos e operações, reduzindo desperdícios e aumentando a produtividade. Envolve todos os níveis da organização e áreas, promovendo a comunicação aberta e a partilha de conhecimentos entre equipas.

A Gestão de Ativos na abordagem estratégica para otimizar o valor dos bens ao longo de seu ciclo de vida, envolvendo decisões baseadas em dados para planear, adquirir, operar, manter e desativar ativos de modo eficiente. A gestão de ativos e a gestão industrial são complementares, com a primeira focando a durabilidade e retorno dos bens físicos e a segunda integrando esses ativos no fluxo produtivo. A Condução de Instalações Industriais Complexas tem a necessidade de coordenação e monitorização contínua de equipamentos e processos, integrando tecnologias avançadas e análise de dados em tempo real.

A cultura organizacional tem um impacto direto na fiabilidade, com empresas focadas em segurança, qualidade e melhoria contínua tendo maior probabilidade de alcançar alta fiabilidade. A formação contínua é essencial para desenvolver competências técnicas e estratégicas, capacitando colaboradores a entenderem o impacto da sua atuação na fiabilidade.

A gestão de riscos é fundamental para manter a fiabilidade, identificando e avaliando riscos operacionais e implementando planos de contingência. O Papel dos Gestores na Fiabilidade envolve definir a estratégia, alocar recursos adequadamente e garantir o envolvimento de toda a organização na melhoria da fiabilidade. Com a combinação de ERP e CMMS promovemos a coordenação entre equipas, melhorando a gestão de materiais e aumentando a fiabilidade dos equipamentos. Um fluxo de informações claro e eficaz é vital para a partilha de conhecimento e a coordenação das ações. Os Processos conduzidos de forma controlada e sem riscos para trabalhadores, equipamentos e o meio ambiente, previne incidentes que podem comprometer a continuidade das operações.

A monitorização contínua dos equipamentos é eficaz para manter a fiabilidade, permitindo uma abordagem proativa para a manutenção e operação. Com a Automação e Digitalização na Gestão de Ativos temos uma clara redução da necessidade de intervenção humana, aumentando a precisão e a velocidade das operações.



Finalizamos com a indicação que as Normas internacionais e regulamentações de segurança fornecem diretrizes claras sobre como as empresas devem gerir seus processos e ativos para alcançar altos níveis de fiabilidade.

- O impacto da Manutenção na Fiabilidade das instalações. Como minimizar este impacto - Duarte Filipe (SAP Portugal e APMI)

A Manutenção baseada em DADOS - Os Índices de Fiabilidade como driver dos objetivos de negócio - A Gestão de Ativos como suporte para atingir o sucesso. Conceito de Monitorização e Predição - Associar a Fiabilidade e Gestão de Ativos, à Execução de Manutenção.

Objetivos da Gestão de Ativos - A gestão de ativos visa maximizar o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), promover operações seguras, reduzir custos e garantir a disponibilidade de recursos. Para isso, é essencial focar em atributos como desempenho operacional, disponibilidade de EPIs, custo de peças de reserva, qualidade dos produtos, formação em SST e custo de energia. Esses esforços resultam em vantagens como aumento de receita, sustentabilidade empresarial e maior lucro operacional.

Evolução das Operações de Manutenção - As operações de manutenção estão a evoluir para modelos mais avançados:

- Reativa: Manutenção após falha.
- Preventiva: Manutenção em intervalos regulares com base em observações.
- Baseada na Condição: Monitoramento contínuo de ativos e reação a eventos predefinidos.
- Preditiva: Uso de dados analíticos para prever falhas e determinar o momento ideal para manutenção.

Minimização do Impacto da Manutenção - O conceito "Less is More" propõe mitigar o efeito de "mortalidade infantil" dos ativos e estender sua vida útil sem aumento de custos. Isso é alcançado por meio de tecnologias da Indústria 4.0, como *IIoT*, *Big Data*, realidade aumentada e algoritmos preditivos, que suportam a monitorização e predição de falhas.

Tecnologias e Processos para Gestão de Ativos - A gestão de ativos é suportada por ferramentas como:

- Simulação e *Forecast*: Planeamento de manutenção e gestão de peças de reposição.
- *IIoT*: Comunicação e coleta de dados.
- *Big Data & Analytics*: Construção de algoritmos preditivos.
- *Digital Twin*: Representação digital dos ativos para monitorização e previsão.

Fiabilidade e Execução de Manutenção - A integração entre fiabilidade e manutenção é essencial. Ferramentas como FMEA e RCM ajudam na definição de planos de manutenção, enquanto a monitorização de ativos críticos e a correlação de dados de manutenção e processo permitem criar curvas de probabilidade de falha e melhorar a tomada de decisão.

Conceito de Ativo Inteligente - Os ativos inteligentes conectam-se em tempo real para manutenção preditiva e prescritiva, integrando operações de manutenção em toda a organização. Isso elimina silos na cadeia de abastecimento e conecta estratégia, planeamento e execução de manutenção, garantindo operações mais seguras e eficientes.

Conclusão: O desenvolvimento deste tema enfatiza que a combinação de tecnologia, dados e metodologias de fiabilidade permite reduzir o impacto da manutenção, promovendo operações mais inteligentes e sustentáveis. A abordagem "Less is More" reforça a ideia de que menos manutenção, quando bem planeada, pode ser mais eficaz.

- Manutenção Industrial: Uma estratégia para a Fiabilidade - José Sobral (ISEL e APMI)

A manutenção industrial é estruturada em torno de três pilares principais:

Disponibilidade: Refere-se à capacidade de um ativo físico de cumprir a sua função conforme necessário, sob condições específicas e com os recursos externos assegurados. É um objetivo primordial da manutenção, pois garante que os ativos estejam operacionais quando requisitados.

Manutibilidade: Trata da facilidade e rapidez com que um ativo pode ser mantido ou recuperado. A manutibilidade é uma métrica que influencia diretamente o tempo de paragem, sendo essencial para minimizar a indisponibilidade dos ativos e otimizar os processos de manutenção.

Fiabilidade: Define-se como a capacidade de um ativo de desempenhar a sua função sob condições específicas durante um intervalo de tempo determinado. A fiabilidade depende das condições de operação e do ambiente em que o ativo está inserido. A manutenção contribui para a fiabilidade ao prevenir falhas e garantir que o desempenho esperado seja alcançado.

Manutenção Industrial - A manutenção é descrita como uma combinação de ações técnicas, administrativas e de gestão realizadas ao longo do ciclo de vida de um ativo, com o objetivo de mantê-lo ou recuperá-lo em condições de funcionamento. É uma atividade crítica para:

1- Os custos de manutenção que variam conforme o setor industrial:

- Indústria manufatura: >15% dos custos totais.
- Indústria química: 20-30% dos custos totais.
- Indústria metalúrgica: 40% dos custos totais.

2- Objetivos da Manutenção - A manutenção industrial busca atingir metas específicas, como:

- **Fiabilidade:** Reduzir o número de avarias (*downtime*) e garantir o funcionamento contínuo dos ativos.
- **Manutibilidade:** Diminuir o tempo de intervenção, aumentando a eficiência das operações de manutenção.
- **Disponibilidade:** Garantir que os ativos estejam aptos a desempenhar suas funções conforme necessário.
- **Segurança:** Reduzir o número de acidentes durante a operação dos ativos.

As atividades de suporte à manutenção incluem estudos e análises que ajudam na tomada de decisões estratégicas. Entre elas:

- **FMEA/FMECA:** Análise de Modos de Falha e seus Efeitos.
- **FTA:** Análise de Árvore de Falhas.
- **RBI:** Definição de Intervalos de Inspeção baseados em risco.
- **ETA:** Análise de Cenários na eventualidade de avarias.
- **Análise de risco:** Identificação de vulnerabilidades e mitigação de impactos.
- **Melhoria de processos:** Otimização de procedimentos e definição de planos de lubrificação.

Essas atividades permitem prever falhas, identificar causas, definir estratégias de mitigação e melhorar continuamente os processos de manutenção.

A manutenção industrial está a passar por uma transformação acelerada, impulsionada por tecnologias avançadas. Entre as inovações que se destacam, estão:

- **Realidade aumentada e virtual:** Utilizadas para observação de parâmetros em tempo real e treino de técnicos.
- **Digitalização e gêmeos digitais:** Simulação de impactos de alterações e monitorização contínua dos ativos.
- **Automatização:** Sistemas que lançam alertas automáticos, despoletam encomendas e tomam decisões autónomas, como desligar ou ajustar equipamentos.

Essas tecnologias permitem maior precisão, eficiência e rapidez na gestão da manutenção, além de promoverem a integração entre sistemas ciberfísicos e ativos físicos.

A gestão da manutenção envolve todas as atividades necessárias para determinar requisitos, objetivos, estratégias e responsabilidades, além de implementar essas ações por meio de planeamento, controle e melhoria contínua. Ela é essencial para Garantir a segurança operacional, reduzir custos e paragens, aumentar a vida útil dos ativos e preservar o valor dos ativos ao longo do tempo.

Conclusão: A manutenção industrial, seja por métodos tradicionais ou tecnologias avançadas, é indispensável para garantir alta fiabilidade, segurança e eficiência operacional. Ela permite a definição de planos de manutenção e inspeção, a Implementação de melhorias e novas barreiras de segurança, a previsão de falhas e tomada de decisões automatizadas e a formação e treino de técnicos, com tecnologias imersivas, como realidade virtual. A manutenção evolui rapidamente, integrando-se à gestão de ativos ciberfísicos e promovendo uma abordagem mais global e estratégica. Essa evolução é essencial para atender às solicitações modernas de competitividade, sustentabilidade e inovação.

- Importância da Fiabilidade nas operações fabris e métodos para incrementar a Fiabilidade das unidades fabris - Casos práticos - Tânia Louro (THE NAVIGATOR COMPANY) e Luis Brito (DS SMITH)

As estratégias a adotar devem envolver e integrar todas as áreas e níveis da organização. Projetar equipamentos e plantas fiáveis requer avaliação de riscos, conhecimento claro do contexto operacional, envolvimento de especialistas nas áreas de operações e manutenção e foco de liderança na minimização dos custos do ciclo de vida.

Foco no projeto ROMSI

Reliability, Operability, Maintainability, Safety and Inspectability



Para incrementar a fiabilidade nas operações fabris, sugerem-se várias estratégias e métodos:

Gestão de Ativos: A combinação de processos e ferramentas é essencial para atingir os objetivos de gestão de ativos. Isso inclui o planeamento, o design de processos e a gestão da manutenção;

Atividades Técnicas: Estas incluem a engenharia de fiabilidade para manutenção, gestão da condição dos ativos e gestão da execução do trabalho. Exemplos específicos são a análise de vibrações, manutenção preventiva, testes ultrasónicos, alinhamento e balanço, e eliminação de defeitos;

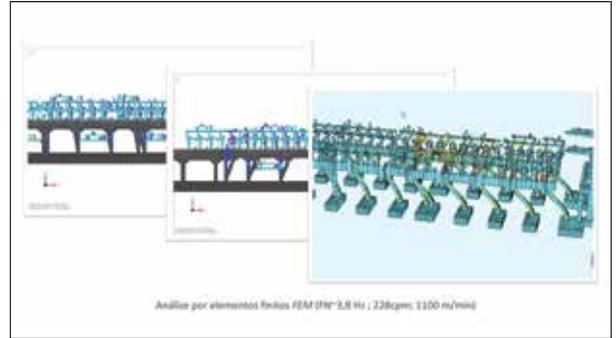
Liderança e Processos Empresariais: A liderança para a fiabilidade, patrocínio executivo, excelência operacional e gestão do capital humano são fundamentais. Além disso, a gestão de ativos, planos estratégicos, responsabilidade corporativa e gestão do ciclo de vida dos ativos são processos empresariais importantes;

Projeto de Equipamentos e Fábricas Fiáveis: Envolver todas as áreas e níveis da organização, avaliar riscos, conhecer o contexto operacional, envolver especialistas e focar na minimização dos custos do ciclo de vida são estratégias essenciais;

Análise de Vibrações e Manutenção Preventiva: Técnicas como a análise de vibrações, equilíbrio dinâmico de cilindros secadores e redução de folgas estruturais, são utilizadas para manter a fiabilidade após aumentos sucessivos da velocidade;

Ações Resultantes de Análises de Causa Raiz (RCA): Estas incluem a lavagem e equilíbrio do rotor, substituição de chumaceiras e reforço estrutural para resolver problemas como desequilíbrio do rotor e folgas nas chumaceiras.

Casos práticos apresentados:



Notas de conclusão - Paula Branco (Metro do Porto)

Este Seminário foi uma oportunidade única de partilha de conhecimentos, discussão de desafios, mas acima de tudo de explorar soluções que nos ajudarão a todos a construir sistemas e processos mais confiáveis, sustentáveis e eficientes. Fomos ouvindo intervenções inspiradoras e enriquecedoras que abordaram os pilares da fiabilidade e da gestão de ativos. Vimos como a combinação da tecnologia, metodologias avançadas e uma cultura organizacional voltada para a inovação pode transformar a maneira como operamos e gerimos os nossos negócios.

Mas permitam-me aqui falar de um ingrediente secreto e transversal ao tema: Liderança em fiabilidade.

As estatísticas indicam que aproximadamente 70% dos esforços na introdução de novas estratégias de gestão de ativos e fiabilidade não apresentam resultados sustentáveis. Trata-se de um número elevado dado que as estratégias e técnicas de manutenção e fiabilidade são amplamente conhecidas há mais de quarenta anos. Referimo-nos à implementação, por exemplo, de análises de risco, como o RCM ou implementação de sistemas de Monitorização da Condição, entre outros. A dificuldade passa sempre por demonstrar o benefício e, tem de aparecer sob a forma financeira para a Administração, mas representa para as equipas no seu dia-a-dia uma melhoria das condições operacionais e de eficiência, na prevenção e eliminação de avarias. Se não aparecer este benefício, não vai ser reconhecido o valor.

Agora imaginem cada um de nós, no seio das nossas Organizações comportarmo-nos como líderes de fiabilidade. A liderança desenvolve uma cultura e é esta cultura que vai entregar desempenho dos nossos ativos físicos industriais. Acreditamos que a performance vem da cultura e a cultura da liderança.

Permitam-nos destacar aqui alguns pontos fundamentais que penso levaremos deste Seminário:

PREVENÇÃO: A fiabilidade começa com uma abordagem proativa.

Mas afinal o que consideramos ser a fiabilidade? Para uns é o valor do MTBF, para outros o OEE, ou ainda e segundo a norma é a probabilidade dum item poder executar uma função para o qual foi projetado, sob determinadas condições e durante um dado intervalo de tempo. Mas independentemente da métrica utilizada, no final do dia, precisamos deste conhecimento para fazer a tarefa certa, no equipamento certo, na altura certa. Há que investir em manutenção preditiva e em análises baseadas em dados, ou seja, conhecimento, que nos permita minimizar falhas e maximizar resultados.

TECNOLOGIA: E refiro-me a ferramentas como a automação, a inteligência artificial, IoT e análise de *big data* estão a redefinir o campo da gestão de ativos, proporcionando *insights* que antigamente seriam inimagináveis.

Os gestores de ativos têm uma necessidade premente de aproveitar estas tecnologias não apenas como forma de otimização de custos, mas também para o desenvolvimento dos seus processos e operações.

Alguns estudos indicam que a maior lacuna entre a visão que se tem e a realidade, está no uso de tecnologias avançadas pelos gestores de ativos e é aqui que muitos reconhecem que devem investir. Por outro lado, muitos gestores de ativos consideram que estão ainda a dar os primeiros passos quando avaliam a sua maturidade digital. Mas, atenção, podemos colocar muita tecnologia ao nosso serviço, no entanto...

Os sensores sozinhos, não entregam valor, dados por si só não entregam valor. O Valor é entregue quando fazemos coisas inteligentes baseada em toda esta informação fantástica que obtemos através deles. O facto de a tecnologia poder ajuda a identificar e entregar informação é realmente fantástico, mas não elimina a necessidade de agir.

Melhoramos quando fazemos coisas otimizadas. Melhoramos quando nos tornamos mais rápidos na identificação e resolução de problemas. Melhoramos quando colaboramos para alcançar um objetivo comum. E o que é tudo isto se não liderança...?!

Outro pilar é o da SUSTENTABILIDADE, ou de uma forma alargada o ESG (Económico, Social e Governança Corporativa).

Uma gestão responsável dos ativos é essencial não apenas para reduzir custos, mas também para fazer face a exigências ambientais e sociais. Claramente a indústria da celulose traçou um caminho, já há algum tempo e tem vindo a dar evidências do seu posicionamento neste campo.

A gestão de ativos físicos industriais está fortemente relacionada com a obtenção consciente do equilíbrio entre risco, custo e desempenho do negócio. Trata-se de uma forma de evitar desperdícios, garantindo a maior eficiência do parque industrial na geração de valor, com especial atenção as questões de segurança de pessoas e bens assim como aos requisitos legais e regulamentares. A própria definição de Gestão de Ativos, indica, 'Atividade coordenada de uma organização para perceber e produzir valor a partir dos ativos'.

Economia de recursos naturais: equipamentos degradados podem gerar perdas de matéria-prima, aumentando o consumo de recursos naturais. Aqui as manutenções preventivas e preditivas têm um efeito particularmente importante na identificação de possíveis falhas nos equipamentos, evitando desperdícios e economizando recursos.

Aumento da vida útil dos equipamentos: uma boa gestão de manutenção contribui para o prolongamento da vida útil dos equipamentos, evitando a necessidade do seu abate precoce, mas este é um assunto que tem de ser visto já na fase de projeto ou aquisição.

Prevenção de acidentes: o aumento da fiabilidade de um equipamento leva a uma diminuição de risco ao nível da segurança dos colaboradores.

Por último, o último pilar guardei-o para a ativo de maior relevância e de maior criticidade, as

PESSOAS. Apesar de toda a tecnologia, nunca podemos esquecer que são as pessoas que impulsionam a mudança. A liderança eficaz, o trabalho em equipa e a cultura organizacional são indispensáveis. As expectativas de uma mudança rápida das pessoas, ampliadas pelo ritmo acelerado da evolução tecnológica, exigem uma resposta urgente desta 'work force', em termos de cultura organizacional.

Vamos dizer que os Gestores de Ativos do futuro terão de reinventar a forma como alocam tarefas, estruturam funções e competências profissionais, estimulam a criatividade das suas pessoas para que estas desenvolvam capacidades para assim acompanharem a era digital. Os gestores de ativos têm de conseguir desenvolver sistemas que combinem, de uma forma eficaz, a competência das pessoas com

a automação de processos e conceber estratégias disruptivas para lidar com a complexidade crescente do ecossistema organizacional.

A mudança passou a fazer parte da forma de estar, na cultura, tecnologia e processos de uma organização, e chega a abranger áreas como a forma pela qual as pessoas são contratadas, formadas e recompensadas.

Mas este seminário também nos mostrou que, apesar das diferenças entres setores e contextos, compartilhamos objetivos comuns: queremos entregar mais valor, reduzir riscos e garantir um futuro mais seguro e sustentável.

Ao terminarmos este Seminário, o desafio lançado para todos nós será a de aplicar o que aprendemos aqui. Que este seja um ponto de partida para projetos inovadores e transformações impactantes nas nossas organizações.

Devemos lembrar-nos que a fiabilidade não é apenas uma meta técnica, mas um compromisso contínuo. Como líderes e profissionais, temos a responsabilidade de garantir que os nossos ativos sejam mais do que ferramentas: sejam soluções para um mundo melhor.

Notas finais:

No final do Seminário foi, de novo, pedido para resposta On-Line à mesma questão inicial: “E agora, defina por palavras - FIABILIDADE.”

Obtivemos o seguinte resultado, que muito nos orgulha e que denota uma concentração de ideias comuns e men-

sagens bem definidas em torno da Fiabilidade Industrial, consequentes da partilha comum que tivemos neste dia.

Um agradecimento final a todos que aceitaram o desafio de serem oradores e moderadores neste Seminário, Alexandra Dolgner, Paulo Jordão, João Baleizão, José Sobral, Duarte Filipe, Tânia Louro e Luis Brito. Foram moderadores das mesas redondas Carlos Brás e Francisco Pedro Coelho.

Agradecimento também à APMI, João Cruz, José Coutinho, Joaquim Vieira e Carlos Gonçalves, ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) e às empresas que aceitaram colaborar neste Seminário, The Navigator Company, Altri, Celbi, Biotek, DS-Smith, Tecnoedif, SAP e Metro do Porto.

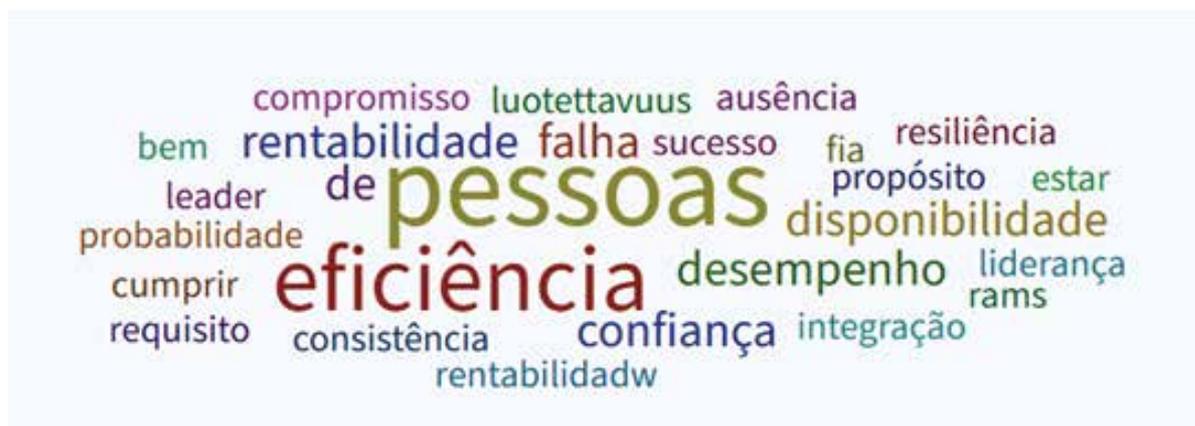
Obrigado aos patrocinadores:



A Fiabilidade dos nossos equipamentos e instalações depende das escolhas que fazemos. Esperamos que este encontro tenha sido um marco na procura de novas soluções, que garantam o máximo de eficiência e segurança em nossas operações.

Uma gestão responsável, implica uma gestão de Fiabilidade, criando uma cultura organizacional de segurança, inovadora e resiliente, no caminho certo do futuro.

E agora, defina em palavras - Fiabilidade



Resultado da 2.ª consulta ao público ao fim do dia



CESALTINA BAPTISTA

Convívio de Natal 2024 Quebra Nozes no reino do gelo

8 de dezembro 2024, Matosinhos



Recuamos no tempo para relatar o convívio realizado em 8 de dezembro passado, recordando a Quadra Natalícia. Há quem diga que “o Natal é sempre que o Homem quiser”, mas não, não é! Natal é em dezembro. É o mês em que podemos ver, ouvir, cheirar, saborear, tocar, SENTIR o Natal. Logo no início do mês, todos os nossos sentidos despertam para a época natalícia, com as luzes, as melodias, os doces, as prendas e os abraços, muitos abraços. O ar está mais frio, mas o calor humano aconchega-nos, sente-se o apelo à (re)união. Solicitações de âmbito escolar, profissional, social ou familiar, são inúmeros os pretextos para reunir. A palavra de ordem é a confraternização. Existe uma espécie de conspiração à escala global, um chamamento ao qual é difícil resistir. Por toda a parte, as pessoas juntam-se aos montinhos para almoçar, jantar, assistir a um espetáculo ou simplesmente tomar um café, porque é NATAL. É assim todos os anos.

Desta vez, a Tecnicelpa reuniu o seu montinho de Sócios e Amigos (36 adultos e 6 crianças), em Matosinhos, para assistir ao musical “Quebra-Nozes e o Reino do Gelo”. Um espetáculo cheio de magia, durante o qual os Guardiões do Natal - a Clara, a Fada dos Doces e o Quebra-Nozes -, se apoderam da nossa imaginação para nos guiar até ao Reino do Pai-Natal, numa verdadeira odisséia. Uma viagem transformadora que termina com uma mensagem natalícia: O Natal só acontece na união e na fraternidade.

O nosso montinho seguiu depois para o restaurante, em Perafita, junto ao mar. Fomos encaminhados para uma agradável sala com vista panorâmica. Ali, se prolongou o convívio à volta da mesa, saboreando a boa comida e aproveitando para atualizar as conversas da vida, num ambiente de grande amizade. As crianças (poucas infelizmente) também criaram o seu recreio. Ultrapassada a timidez inicial, rapidamente se juntaram para as suas alegres brincadeiras.

Estiveram assim reunidas as condições para um convívio com cheirinho a Natal.

Agradecemos a todos os que puderam juntar-se ao nosso montinho e esperamos que, no próximo Natal possamos reunir um maior número de sócios e amigos porque, quanto maior o montinho, maior a alegria e o aconchego de estarmos juntos.

Renovamos os nossos votos natalícios, de muita Saúde, Paz e Alegria para todos.

Um abraço amigo,
Cesaltina

Reunião do Conselho Consultivo da Tecnicelpa



Ángelo Loureiro, António Prates, Antunes Rosa, Pedro Silva, Paulo Barata, Augusto Góis, Vitor Lucas, Carlos Vieira, João Vinagre, Carlos Brás

Em 22 de fevereiro de 2025, reuniu na sede da Tecnicelpa o Conselho Consultivo, formado pelos sócios fundadores e por todos os ex-presidentes da Tecnicelpa.

É motivo de muito orgulho poder ver reunidas todas estas figuras, do maior relevo da história da pasta e do papel na indústria portuguesa.

Este órgão consultivo funciona por convocatória do Conselho Diretivo, pedindo o seu parecer sobre assuntos da atividade da Associação, tal como referem os Estatutos.

Bem-haja pela vossa continuada dedicação à TECNICELPA



LILIANA CORREIA
Sócio n.º 1302

Seminário Minimização do Risco de Legionella

O Seminário Tecnicelpa com a parceria Veolia WaterTech promoveu a discussão sobre a minimização do risco de Legionella e a sustentabilidade (desafios e soluções).



No dia 26 de fevereiro de 2025, a Tecnicelpa, Associação Portuguesa dos Técnicos da Indústria de Celulose e Papel, em parceria com a Veolia WaterTech, organizaram um seminário de grande relevância no NH hotel Coimbra, intitulado “**Minimização de Risco de Legionella**”.

O evento reuniu especialistas e profissionais para debater a crucial questão da prevenção e controlo da Legionella em Portugal, com especial enfoque na sustentabilidade.

O seminário foi planeado para uma diversificada audiência de profissionais, incluindo gestores, engenheiros e técnicos especializados em ambiente e sustentabilidade. O programa focou-se em três vertentes fundamentais: a compreensão da dinâmica da Legionella nos diversos ambientes e as estratégias para minimização de riscos associados; o atual quadro legislativo; e a correlação entre o controlo da Legionella e os desafios da sustentabilidade. Este último aspecto ganhou particular relevância face à crescente necessidade de um controlo microbiológico mais rigoroso e eficiente, especialmente em sistemas de água sujeitos a condições mais exigentes, tanto a nível físico-químico como microbiológico.

Os principais **objectivos** do seminário incluíam:

Sensibilização: Desenvolver uma compreensão mais detalhada sobre a Legionella e seus impactos nos sistemas hídricos residenciais e industriais, garantindo a conformidade com a legislação portuguesa vigente e implementar métodos adequados de tratamento e controlo de água.

Aplicações Reais: Apresentação e discussão de experiências práticas, incluindo desafios enfrentados e soluções implementadas, visando identificar áreas críticas e desenvolver uma estratégia integrada para a gestão eficaz desta questão.

Legionella & Sustentabilidade - Futuro: Com o crescente foco na sustentabilidade ambiental e o aumento das práticas de reciclagem e reutilização de águas, surge um maior risco de proliferação microbiológica. Este cenário exige o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras para enfrentar estes desafios emergentes. Foram apresentadas metodologias de análise, monitorização (ex: **Projeto LegioFilms**) e alternativas de tratamentos químicos mais ecológicos e biodegradáveis.

Abaixo, um resumo das intervenções apresentadas por especialistas e técnicos da área, cada uma ilustrando os principais pontos acima apresentados.

Controlo e Prevenção de Legionella em Portugal - Legislação
› Paulo Diegues, DSAO - DGS

Paulo Diegues deu início ao evento com uma apresentação que se focou nas principais áreas sobre a Legionella (características, fatores e locais de risco, quais as medidas de prevenção e controlo) e na atual legislação em vigor - Lei 52/2018, Portaria 25/2021, Despacho 1547/2022 e

a Lei 69/2023 relativa à Directiva Europeia 2184 de 2020 que substitui a Directiva de 98/83 para a Qualidade da Água para Consumo Humano. A sua análise e apresentação incluiu exemplos práticos, promovendo assim uma partilha constante de informação relevante para o tema abordado.

Programa Nacional de Prevenção de Legionella em Portugal - Estado Atual
› Maria de Jesus Chasqueira DSIA-DGS

Maria de Jesus Chasqueira expôs o estado atual do Programa Nacional de Prevenção de Legionella e os seus aspectos principais, passando por uma exposição dos problemas que contribuem para o crescimento das bactérias, com a exposição de vários exemplos reais. Apresentou especificamente como é efectuada a vigilância epidemiológica em Portugal e a sua evolução ao longo dos anos, assim como a evolução a nível Europeu (ECDC).

Vigilância da Legionella na Região Centro
› Isabel Lança, Presidente do Conselho Diretivo da Região Centro (DSP-ARSC)

Isabel Lança apresentou a evolução da vigilância da Legionella na Região Centro do País, destacando as características principais desta bactéria e sua transmissão por aerossóis. O plano de vigilância pela saúde ambiental, iniciado durante o Euro 2004, foca-se em instalações e equipamentos de risco como hospitais, hotéis, piscinas e torres de refrigeração, tendo sido apresentados casos práticos relevantes em Coimbra, Cantanhede e Caldas da Rainha. A prevenção foi enfatizada como a única forma eficaz de controlo da doença, sendo essencial o mapeamento das instalações de risco e a implementação rigorosa de planos de manutenção e desinfeção.

LegioFilms - A monitorização é a chave para um melhor controlo de Legionella nos sistemas de água
› Ana Alexandra Pereira, Resp. pelo Projecto LegioFilms (LEPABE, FEUP)

Ana Alexandra Pereira, realçou a importância da monitorização de biofilmes em sistemas de água para o controlo da Legionella, destacando que mais de 90% dos microrganismos encontram-se nos biofilmes e não na água. O projeto LegioFilms propõe uma abordagem de monitorização integrada que combina análises de água, caracterização de biofilmes e monitorização em tempo real para melhor supervisão e controlo proativo da Legionella.

Os ensaios efectuados demonstraram que a *Legionella* protege-se dentro dos biofilmes, tornando-se mais resistente a agressões externas e destacando a necessidade de estratégias mais robustas de supervisão, especialmente no contexto da reutilização de água.



Vitor Lucas - Presidente da Tecniceipa

Controlo e Tratamento de Águas de Circuitos de Refrigeração - Boas Práticas e Novos Desafios
 › Javier Tomas e Liliana Correia
 Veolia WaterTech

Javier Tomás e Liliana Correia abordaram o controlo e tratamento de águas em circuitos de refrigeração para minimizar o risco de *Legionella*. Destacaram a importância do tratamento químico da água para controlar os fenómenos de corrosão, incrustação e desenvolvimento microbológico, enfatizando o uso de biocidas e biodispersantes. Apresentaram também aspectos importantes sobre a manutenção, limpeza dos sistemas e conformidade com a legislação vigente (Lei 52/2018, Portaria 25/2021 e Despacho 1547/2022). Por fim, introduziram soluções inovadoras com a apresentação de novas tecnologias como E.C.O. Film e Inibitor HYP1500 para melhorar a eficiência do tratamento e reduzir impactos ambientais.

Sustentabilidade, Escassez de Água e Legionella
 - Melhores Práticas na Reutilização de Efluentes
 › Eng^a Filipa Ferreira Veolia WaterTech

Filipa Ferreira abordou a escassez de água em Portugal, onde o índice de escassez atingiu 34% no período 1989-2015, com situação mais crítica nas regiões do Sado, Mira e Algarve. A nova Diretiva de Águas Residuais Urbanas (DARU) estabelece requisitos mais rigorosos para tratamento de efluentes e promove a reutilização de águas residuais. A tecnologia ZeeWeed MBR (Bio-reator de membranas) foi apresentada como uma solução eficiente para

tratamento de águas residuais, oferecendo alta qualidade de efluente e possibilitando sua reutilização segura, inclusive para fins potáveis diretos. O sistema Hubgrade foi apresentado como uma plataforma digital que utiliza IA para otimizar a eficiência e sustentabilidade na operação de ETARs.



Da esquerda para a direita:

Maria Manuel Viana, Patricia Cardoso, Filipa Ferreira, Paulo Diegues, Liliana Correia, Maria de Jesus Chasqueira, Isabel Lança, Ana Alexandra Pereira, Javier Tomas San Celestino

O ponto alto do seminário foi o painel de discussão no final, que reuniu todos os oradores e teve a participação adicional de Patrícia Cardoso (Direção de Controlo Técnico e Sistemas de Gestão da Biotek) e de Maria Viana (Growth Leader Portugal Veolia CSM) como moderadora, debatendo a inter-relação entre a escassez de água, as estratégias de reutilização hídrica e seus impactos na prevenção da *Legionella*. Este debate evidenciou a necessidade de uma abordagem integrada que considere tanto a segurança sanitária quanto a sustentabilidade ambiental.

O seminário concluiu que a gestão do risco de *Legionella* deve ser vista como parte integrante de uma estratégia mais ampla de gestão sustentável da água, especialmente num contexto de crescente escassez hídrica. As soluções apresentadas demonstraram que é possível conciliar a prevenção eficaz da *Legionella* com práticas sustentáveis de gestão da água na indústria.



JOÃO MARTINS
Sócio n.º 822

Transformação Digital Evolução tecnológica ou Revolução de processos

De acordo com o Fórum Económico Mundial, a empregabilidade nos próximos anos será dominada pela criação de soluções baseadas em Inteligência Artificial e a extração de informação útil com base num volume gigante de dados.



2.º Painel:
Carlos Mota,
João Martins,
Fátima Carneiro,
Mariana Pinto Amaro



1.º Painel: Amadeu Santos, Razvan Ionita, Pedro Silva,
Ricardo Henriques, Almada - Lobo

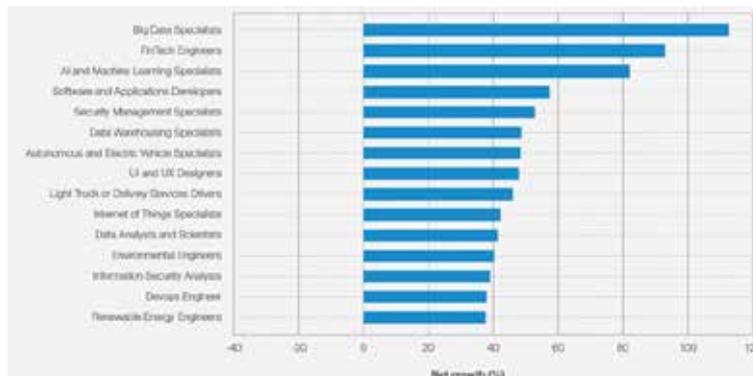


Fig. 1 - “Future of Jobs Report 2025” - World Economic Forum (January 2025)

Embora aparentemente o desafio para as empresas resida na criação interna de novas competências tecnológicas ou no recrutamento de profissionais com novas competências, na realidade, como ficou evidenciado no seminário, terá de ocorrer uma revolução ao nível dos processos de gestão e operação.

Neste seminário da Tecnicelpa, escreveu-se o segundo capítulo de um roteiro de viagem iniciado uns meses antes com o seminário sobre Inteligência Artificial, focado desta vez não apenas nas soluções, mas também nos desafios que as empresas vão enfrentar para reorganizar os seus processos e reescrever as suas metodologias operacionais.

1. “**Digital wake-up call: a nova promessa de valor com IA**”, foi a proposta do Professor Almada-Lobo que desafiou a audiência com duas questões sobre um fora de jogo de 4 cm num jogo de futebol: O jogador está fora de jogo? e O golo deveria ser invalidado? Toda a audiência respondeu

sim à primeira, mas uma percentagem significativa respondeu não à segunda. Este exemplo foi o ponto de partida para uma clara percepção pelos participantes que a transformação digital, ultrapassa em larga medida a simples introdução de tecnologia nos processos existentes.



Fig. 2
Pilares da transformação digital

No primeiro pilar o foco está na capacidade de identificar padrões associados aos dados disponíveis, transformando dados em bruto em informação que possa ser usada para aprendizagem (ex. *Machine Learning*), evoluindo depois para a perceção das causas raiz (*insights*) de forma a construir modelos de suporte à decisão e num estágio mais evoluído à definição de processos mais eficientes numa ótica de negócio.

Surge assim um novo conceito, o do “Agente de Inteligência Artificial” capaz de “sentir” e padronizar contextos complexos e interagir de uma forma mais “humanizada” connosco.

No segundo a jornada deve passar por três etapas fundamentais, a digitalização propriamente dita que obriga a desenhar fluxos operacionais alicerçados em dados, uma etapa de “*data mining*” para mapear processos com vista a detetar estrangulamentos e ineficiências e finalmente uma etapa de “*Intelligent Process Automation*” permitindo não apenas otimização, mas sobretudo processos capazes de se auto-ajustarem face a mudanças de contexto (ex. novos requisitos técnicos de clientes).

O terceiro pilar é a materialização no mundo físico dos primeiros, permitindo realizar não apenas as tarefas de tipo repetitivo, mas também a adaptação a novas tarefas, baseadas em requisitos e não em reprogramação direta da “máquina”.

2. “**The Process Intelligence role in Digital Transformation**” foi a proposta do Professor Ricardo Henriques que lançou também ele um desafio inicial na forma de perguntas: “sabe como o seu processo deve ser operado?” e “sabe o que acontece realmente no seu processo?”. O passo seguinte foi uma demonstração clara que normalmente temos uma perceção demasiado simplificada dos nossos processos operacionais e frequentemente ignoramos mesmo alguns passos desses mesmos processos.

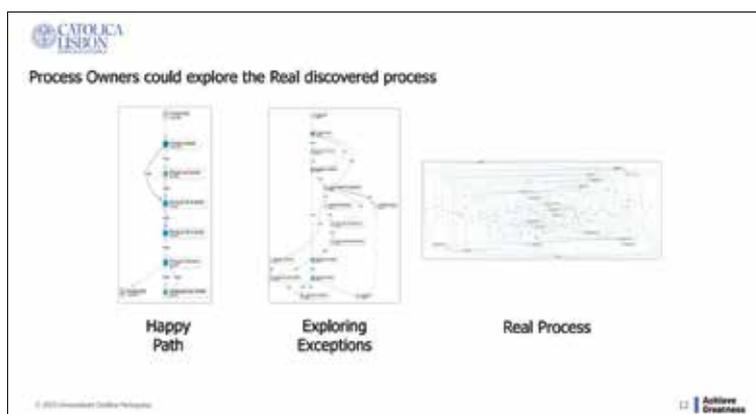


Fig. 3
Perceção de um processo (Happy Path) versus processo real

Mas o mapeamento de processos cada vez mais complexos só é possível com ferramentas digitais e uma das mais poderosas é indiscutivelmente o “Data Mining” que permite a partir de dados, reconstruir os processos, sejam eles de produção de produtos ou de processamento de encomendas. O *output* mais importante desta abordagem, para além da perceção real do processo é mapear as suas ineficiências

permitindo desta forma construir melhores soluções. O corolário desta abordagem é que se tivermos por exemplo um *front office* com pessoas que falam com clientes, suportado por “assistentes virtuais” que contêm em si o “conhecimento” de todas as variantes possíveis do processo, por mais estranha que seja a questão do cliente, a resposta poderá ser dada quase de imediato.

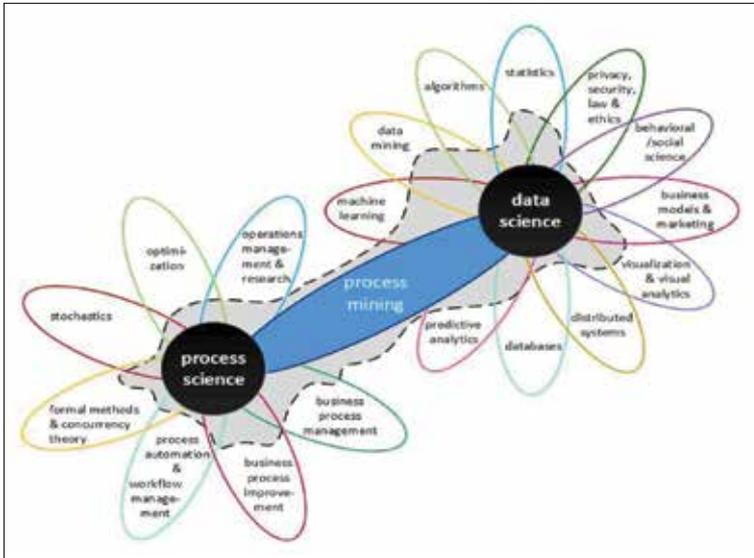


Fig. 4
Process mining concept (based on “Process Mining” by Wilil M.P. van der Aalst)

3. “Digitalization journey and adoption” surgiu-nos pela mão de Razvan Ionita, Consultor Sénior da Honeyweel, que enfatiza a importância do conhecimento aprofundado dos processos industriais, antes de embeber neles as novas ferramentas da era digital.

Na sua apresentação focou um aspeto crítico para a indústria que é a gestão de ativos, para os quais se espera obter a máxima performance em termos de volume e qualidade de produção, minimizando o custo operacional durante o seu tempo de vida útil.

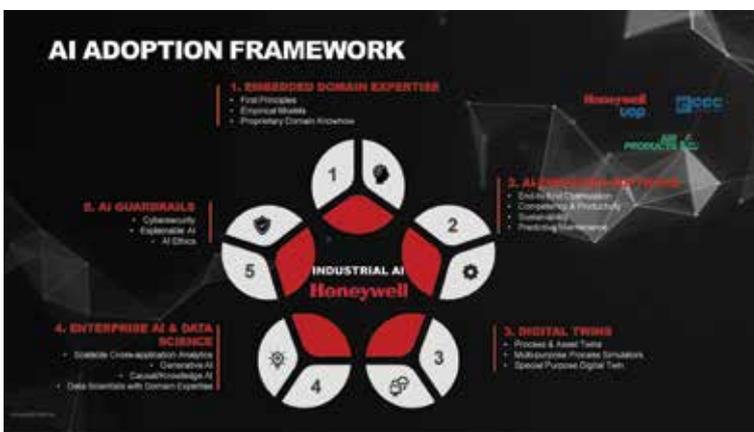


Fig. 5
Framework da Honeywell para o mundo digital

Um outro conceito introduzido na apresentação foi o de “Operations & Reliability Excellence Center”, por oposição à convencional “Sala de Controlo”, conjugando num espaço “Físico” centralizando toda a operação do processo, com “Pessoas” com diferentes competências trabalhando em

conjunto, uma estrutura “Organizacional” treinada para a tomada de decisão assistida por dados, com “Processos” redesenhados para tirar partido da tecnologia e usando a mais “Moderna tecnologia” de aquisição e processamento de dados.

O conceito pode ser ainda mais estendido até se atingir um centro de operações táticas, que inclui funções para além das estritamente ligadas a processos de produção e gestão de ativos.



Fig. 6 Componentes do conceito de “centro de excelência (operacional)”

4. “Digital Transformation Towards Autonomous Mill” foi um tema que tem suscitado intenso debate industrial, colocado em cima da mesa por Amadeu Santos da Valmet. O ponto de partida foi a resposta à questão, “Por que razão procura a indústria a autonomia operacional?” e a resposta reside em cinco *drivers*: Melhora a sustentabilidade (do processo); Redução de custo centralizando processos; redução das dificuldades resultantes duma força laboral envelhecida e falta de mão-de-obra especializada; maximização da *performance* dos ativos durante o seu ciclo de vida e melhoria da segurança (das operações).

de equipamentos de campo, permitindo a aplicação de ferramentas mais avançadas de controlo processual, que se vão alargando a todas as operações (*mill-wide optimization*), até se obter uma integração com funções de gestão de custos, qualidade e objetivos de produção.

A proposta para responder à questão anterior é um *road-map* que se inicia com níveis crescentes de automatização

Um aspeto fundamental que todos os oradores destacaram e que está bem patente na figura seguinte é a relevância da **qualidade** dos dados para o sucesso de qualquer estratégia de autonomização operacional, pelo que as empresas precisam preparar-se para investir em pessoas e ferramentas que garantam essa qualidade.



Fig. 7 Passos para uma fábrica autónoma

Uma mensagem que também foi sucessivamente veiculada por todos os oradores é a necessidade de adaptar as pessoas às novas ferramentas e processos e ainda mais

importante a noção que o caminho crítico para o sucesso passa também por ter a informação para decisão num intervalo de tempo cada vez mais reduzido.

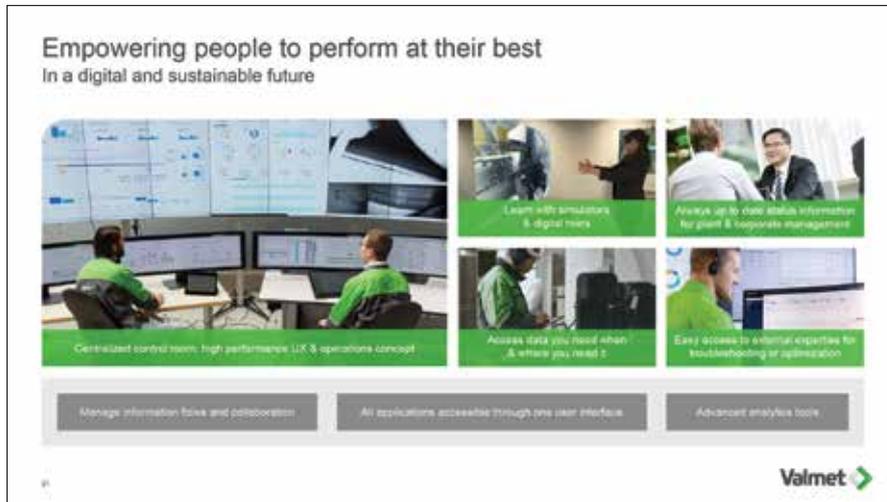


Fig. 8
Competências e tempo de decisão, fatores chave para uma fábrica autónoma

5. «*Lubrication 4.0 – Digital transformation in predictive maintenance*» foi o primeiro case-study da aplicação trazido por Carlos Mota da Galp, nesta parceria que mantém com a empresa Atten2.

Por vezes referimo-nos a um processo eficiente como uma fábrica bem oleada, embora na atual nomenclatura se possa afirmar que a lubrificação é crítica para o sucesso numa boa gestão de ativos. Mas como demonstra a imagem, a palavra-chave é integração.

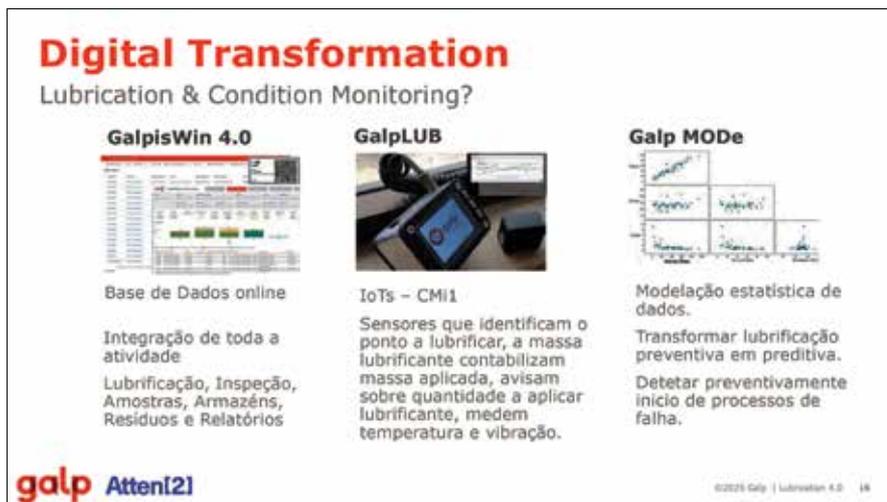


Fig. 9
Ferramentas de análise e sensores, as peças chave da digitalização da lubrificação

Numa abordagem particularmente feliz, o orador comparou o óleo lubrificante ao sangue humano e como tal tornou-se indiscutível a necessidade de ter sensores que monitorizem, se possível online, a qualidade do óleo para a deteção de problemas nos equipamentos. Contagem de

partículas, contagem de bolhas, classificação por tamanho, morfologia das partículas de desgaste e outros marcadores da degradação do lubrificante, são a fonte de dados para uma abordagem preditiva.

Nos casos de estudo foi mostrado a otimização do controlo de temperatura e vibração duma bomba de água, através do ajuste automática do caudal de massa lubrificante.

O exemplo seguinte ilustrou a monitorização do estado de condição de uma turbina por análise de partículas e bolhas no lubrificante e o terceiro o tratamento de dados para definição dum *SET-POINT* de alarme de falha potencial de um *pulper*.

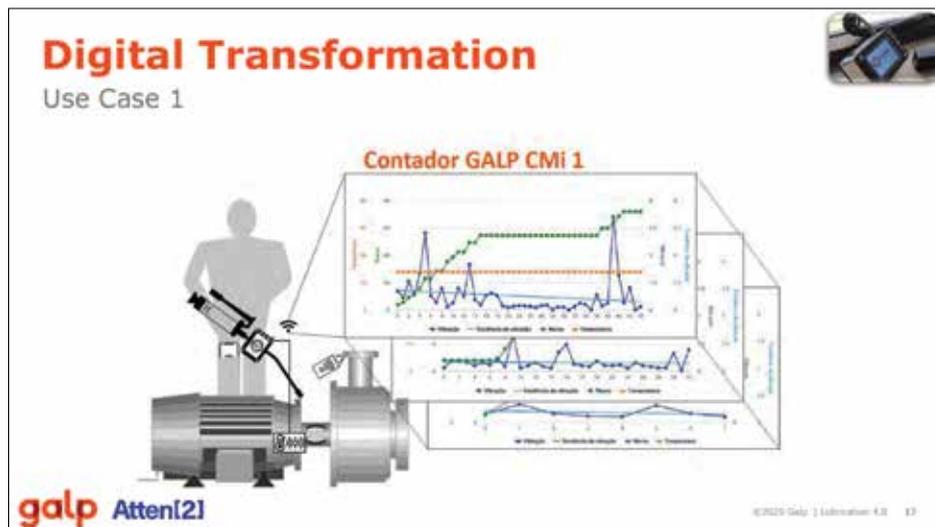


Fig. 10
Exemplo ilustrativo dum controle de temperatura de vibração

6. “*Altri Digital Transformation*” foi o tema apresentado por Fátima Carneiro da Altri, que na primeira fase abordou o trajeto da empresa no seu percurso para a gestão dos seus dados processuais e na segunda ilustrou com alguns casos de estudo.

- a) Trabalhar a cultura digital da empresa
- b) Rastrear de forma exaustiva todas as fontes de dados e *reporting* interno
- c) Definir regras de acessibilidade e processamento dos dados
- d) Ir criando uma nova infraestrutura de *reporting*

Alicerçado num “*GAP Analysis*” o grupo definiu um projeto de *Data Governance* plurianual, que passa por:



Fig. 11
Exemplo da Gap analysis para definição dum roadmap de gestão de dados

O primeiro *case-study* apresentado toca um dos temas mais relevantes para o setor de base florestal que é o consumo de matéria-prima. Foi usada uma abordagem de “*data mining*”, um modelo de *machine learning* e validação dos resultados

pelo método SHAP, permitindo assim identificar as variáveis com maior impacto no consumo de madeira. A figura seguinte ilustra os *outputs* da modelação realizada.

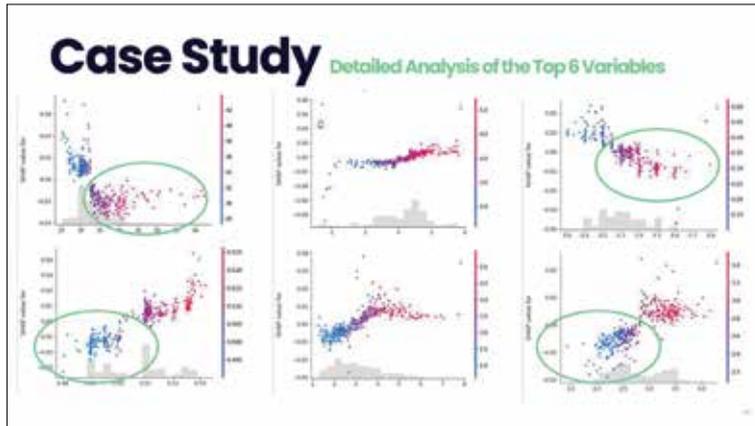


Fig. 12
Identificação das variáveis críticas para modelação do consumo de matéria-prima

O exemplo seguinte designado “*Doctor Fiber*” é um modelo de AI generativa treinado com dados processuais da própria empresa, para apoio a operações do processo de produção.

O último exemplo mostrado foi o “*Digital Lab*”, uma plataforma de treino interno dedicada a temas de transformação digital, com vista a modificar a cultura digital do grupo.

7. “*Autonomous Mobile Robots & Digital Twins - A Transformação Digital da Expedição de Produto*” foi trazida por Mariana Pinto Amaro, da The Navigator Company. O *case-study* apresentado tinha com objetivo otimizar a movimentação de papel em armazém e a solução encontrada conciliou robótica com um *digital twin*:

• **Autonomous Mobile Robot (AMR)** com as seguintes características:

- › Empilhador autónomo
- › Capaz de configurar um mosaico ótimo de paletes
- › Operação em modo de controlo remoto
- › Capaz de ultrapassar obstáculos e desniveis

• **Digital twin com as seguintes características:**

- › Cópia precisa, 3D e com dados real time
- › Simulação de diferentes fluxos de trabalho e funções do armazém
- › Adaptação autónoma a novas situações
- › Aquisição de dados de apoio à tomada de decisão

As figuras seguintes ilustram as fases essenciais do projeto.



Fig. 13
Planeamento do projeto

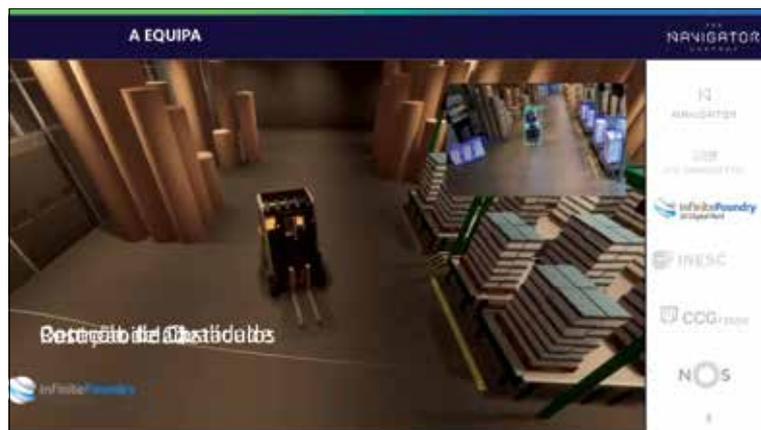


Fig. 14
Imagem do Digital twin e do empilhador real (no topo à direita)



Fig. 15
Impacto do projeto

Um especial agradecimento a Pedro Matos Silva pela colaboração na preparação deste workshop, bem como na moderação do 1.º painel com os oradores da manhã.

Próximos Eventos

Eventos Tecnicelpa

- › **Water day Tecnicelpa 2025**
17 de junho 2025 - Setúbal (instalações da Navigator)
- › **Curso de introdução ao processo de produção de PAPEL - 12ª edição**
25 a 27 de junho 2025, UBI - Covilhã
- › **XXVII Conferência TECNICELPA**
22 a 24 de outubro 2025, Hotel dos Templários- Tomar, Portugal.
- › **Seminário “Finanças e gestão orçamental”**
Novembro 2025 - Data e local a definir

Eventos Internacionais

- › **PAPER & BIOREFINERY** - 4-5 June. 2025, Graz - Austria
- › **UK Gold Awards** - 17 June 2025 - Stationers' Hall, London
- › **TECHNOLOGIEKRING** - 25-26 June 2025 - Apeldoorn, Netherlands
- › **ZELLCHEMING EXPO** - 1-3 July 2025 - Wiesbaden, Germany
- › **PRIMA / Specialty Papers Europe** - 2-4 September 2025 - Prague, Czech Republic

25 anos de sócio! Parabéns

No dia 29 de março 2025, na tradicional Qta da Gracinda Mateus, realizou-se a Assembleia Geral 2025 ordinária e também a entrega de Medalhas aos sócios que completam agora 25 anos de sócio.

Desta vez tivemos uma excelente colheita com 24 sócios individuais e 8 sócios coletivos, todos inscritos no mesmo ano 2000 e que mantiveram estes anos todos consecutivos a sua fidelidade e presença na vida da nossa Associação. Bem haja pela persistência e continua dedicação à causa associativa. Sem qualquer dúvida que “Juntos Somos Melhores”.



Receção dos sócios



Distinção aos medalhados



Cocktail de boas vindas



O almoço



Oferta do livro com a história da Tecnicelpa aos sócios



O almoço



*Palestra:
Na imensidão do cosmos*



*Vitor Lucas
com os convidados*



Máximo Ferreira



*Ana Maria Dias a declamar
o poema do Afinal
de António Gedeão*

Lista dos Medalhados INDIVIDUAIS 2025



**Luís Miguel
C. R. Soares**
Sócio n.º 769



**José Augusto
C. Pita**
Sócio n.º 770



**Carlos A. Zurrinha
Ferreira**
Sócio n.º 776



**Luís C. Ganhão
Simões**
Sócio n.º 778



**Nuno J. R. Gomes
Oliveira**
Sócio n.º 779



**José Maria
da Silva**
Sócio n.º 792



**António R. P.
Bonifácio**
Sócio n.º 796



**Ludgero Barbosa
de Matos**
Sócio n.º 797



**Paulo E. E.
dos Santos**
Sócio n.º 798



**Jorge H. R.
Mateus**
Sócio n.º 800



**Patrícia Castellano
C. N. R.**
Sócio n.º 803



**Paulo S. Q. Chaves
Gomes**
Sócio n.º 804



**João Luis
P. A. Melo**
Sócio n.º 805



**Raul C. L.
Loureiro**
Sócio n.º 806



**Marieta C. O.
Santos**
Sócio n.º 810



**Inácio C. A.
Ferreira**
Sócio n.º 811



**Hilário M. N.
Vieira**
Sócio n.º 812



**Cidália F.
da Torre Abreu**
Sócio n.º 815



**Joaquim C. P.
Branco**
Sócio n.º 817



**Isabel M. S.
F. Paiva**
Sócio n.º 818



**Simão A. A.
da Rocha**
Sócio n.º 819



**Pedro M. C.
Matos Silva**
Sócio n.º 821



**João C. S.
Martins**
Sócio n.º 822



**José A. Cardoso
Rodrigues**
Sócio n.º 824

Lista dos Medalhados

COLETIVOS 2025



Celtrade Equip. Ind. Lda
Sócio n.º 10111
Fortunato Abrantes



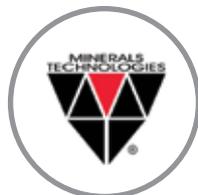
Albany Int. Europe GmbH
Sócio n.º 10115
Manuel Fernandes



Voith Papers, Unip. Lda
Sócio n.º 10116
Ricardo Silva



RNM, Prod. Químicos S.A.
Sócio n.º 10120
Miguel Vaz



Specialty Minerals Port S.A.
Sócio n.º 10121



Mun. Sta Mª Feira Museu Papel
Sócio n.º 10124
Mª. José Santos



SNF Port. - Soc. Unip. Lda
Sócio n.º 10130



AstenJohnson PGmbH
Sócio n.º 10131
Valter Lascak



Parabéns aos novos medalhados e à Tecnicelpa



Novos Sócios admitidos

Individuais: **28**
Coletivos: **2**

Sócios excluídos

Individuais: **5**
Coletivos: **0**

Universo atual de Sócios

INDIVIDUAIS: **438**
COLETIVOS: **66**

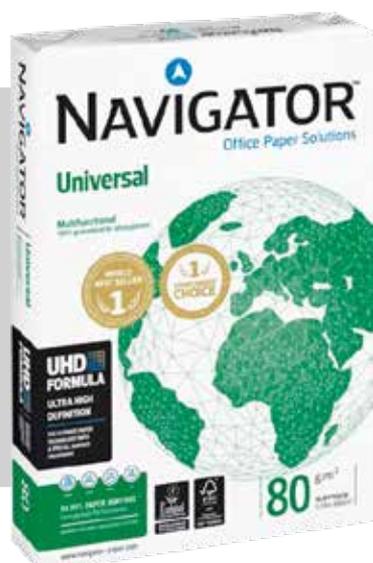
Movimento Associativo

Novos Sócios Individuais admitidos

- › Ana Fátima Maia Carneiro - Altri
- › André Cordeiro Costa - THE NAVIGATOR COMPANY
- › André Rodrigues Bernardo - THE NAVIGATOR COMPANY
- › Andreia Margarida Carvalho Tavares - PAPELEIRA COREBOARD
- › Bruno Manuel da Silva Raimundo - CELBI (grupo ALTRI)
- › Catarina Palaio dos Santos - CELBI (grupo ALTRI)
- › David Nuno da Graça Ferreira - CAIMA (grupo ALTRI)
- › Gonçalo Filipe de Jesus Migueis - CELBI (grupo ALTRI)
- › João António Martins Farinha - BIOTEK (grupo ALTRI)
- › João Diogo de Bastos Barbeiro - THE NAVIGATOR COMPANY
- › Jorge Aranha da Cunha - SKF
- › Liliana Pontes Correia - Veolia WTS
- › Luís António Vieira Sousa - CELBI (grupo ALTRI)
- › Maria Filipa de Sampaio e Melo Neves Ferreira - Veolia WTS
- › Maria José Caridade Costa Rego - DS Smith Paper Viana
- › Maria Raquel Maroco Rodrigues - BIOTEK (grupo ALTRI)
- › Mário José Calisto Safara - SCHAEFFLER
- › Miguel Raposo Lopes - THE NAVIGATOR COMPANY
- › Nelson Freire da Silva - CAIMA (grupo ALTRI)
- › Nuno Alexandre Barbas de Gomes Grilo - THE NAVIGATOR COMPANY
- › Nuno Filipe Constâncio Rodrigues - THE NAVIGATOR COMPANY
- › Nuno Filipe Parreira Leitão Santos - PRADO Cartolinas da Lousã
- › Patrícia Margarida Soeiro Neto - THE NAVIGATOR COMPANY
- › Paula Margarida Medeiros de Sousa - CELBI (grupo ALTRI)
- › Ricardo José Medina Pais Alves - CELBI (grupo ALTRI)
- › Rodrigo Varanda Moreira - THE NAVIGATOR COMPANY
- › Sérgio Manuel Abrantes de Araújo - BIOTEK (grupo ALTRI)
- › Tânia Liliana da Silva Louro - THE NAVIGATOR COMPANY

Novos Sócios Coletivos admitidos

- › PROTERMIA, lda
- › Mare Química SL



Agradecimento à The Navigator Company pela oferta de papel A4 80g/m², para uso interno da Tecnicelipa



ANA PAULA COSTA
Sócio n.º 409

Tecnicelpa promove Curso Intensivo de Processo de Produção de Pasta em parceria com a Universidade da Beira Interior - 8.ª edição

A Tecnicelpa realizou, de 9 a 11 de abril, mais uma edição do Curso Intensivo de Processo de Produção de Pasta, consolidando a sua parceria estratégica com a Universidade da Beira Interior (UBI) através do Centro de Formação Interação UBI Tecido Empresarial (CFIUTE). A iniciativa reforça o compromisso da organização em promover um espaço de diálogo técnico, troca de conhecimentos e desenvolvimento de competências entre o setor industrial, a academia e a formação técnica especializada.

O curso contou com a participação de 39 profissionais, cuja interação e convivência foram elementos centrais ao longo do programa. A metodologia adotada privilegiou atividades colaborativas e momentos de troca de experiências, possibilitando aos participantes o fortalecimento das suas redes de contacto e a criação de um ambiente propício à aprendizagem mútua e ao desenvolvimento de competências profissionais.

As sessões teóricas, ministradas por docentes da UBI e complementadas pela intervenção de técnicos especialistas das indústrias nacionais, proporcionaram uma compreensão

aprofundada de todas as etapas do processo produtivo da pasta. Esta abordagem integrada estimulou a reflexão crítica e a troca de boas práticas, contribuindo para uma formação mais completa e atualizada dos participantes.

Durante o curso, os formandos tiveram uma visão holística do processo de fabricação da pasta, desde a seleção e preparação da matéria-prima até à obtenção do produto final. Foram abordadas todas as fases de produção, com ênfase nas características específicas de cada etapa. Para consolidar o conhecimento teórico, foram realizadas visitas técnicas aos laboratórios de tecnologia de pasta e papel da UBI, bem como à fábrica de pasta da BIOTEK, localizada em Vila Velha de Ródão.

Este programa evidencia a importância da integração entre academia e setor industrial na formação de profissionais qualificados e na inovação tecnológica do setor de celulose e papel. A parceria entre a Tecnicelpa e UBI demonstra o compromisso de promover ações que contribuam para o desenvolvimento sustentável e a competitividade da cadeia produtiva.



O grupo de formandos



Vitor Lucas na sala



Sofia Rebola, uma das formadoras do curso



MARIA JOSÉ SANTOS

Consultora Científica do Museu do Papel
Sócio n.º 1126

Cronologia e factos relevantes para a História do Papel em Portugal - VII

1791 - FÁBRICA DA RIBEIRA DO PAPEL, junto ao Rio de Mouro, em Belas

Alvará concedido pela Junta de Administração das Fábricas do Reino, para a fundação de uma fábrica de papel em Belas, junto ao Rio de Mouro ("Ribeira do Papel"), na estrada de Lisboa para Sintra, adiante de Queluz.

Terá encerrado em 1810 (porque não tinha água em abundância), tendo os proprietários ido para Lisboa, onde fundaram uma nova fábrica de papel, no Beco da Bebedola. Posteriormente, a Fábrica da Ribeira do Papel terá retomado a actividade, uma vez que, em 1821, Jacome Ratton refere que trabalhava somente com uma tina, por falta de água¹.

1795 - FÁBRICA DO ENGENHO NOVO, em Paços de Brandão

Fundada pelo Padre José Pinto de Almeida, esta fábrica foi inicialmente designada por *Real Fábrica de Papel e Almoço*. Cedo ficou conhecida como Fábrica do Engenho Novo, por oposição à vizinha Fábrica do Engenho Velho.

8 de Maio de 1797, concessão de Alvará Real outorgada por D. Maria I^a.

Do fundador, passou para João de Azevedo Aguiar Brandão, e depois para seu filho, João José de Azevedo Aguiar Brandão.

Produtora de papel de escrita, almoço e florete, de muita qualidade, entra em decadência no final do século XIX, apesar da instalação de uma máquina de produção de papel em contínuo, semelhante à da Fábrica de Papel de Ruães.

1795 - FÁBRICA DE PAPEL PINTADO, em Lisboa

Neste ano, pertencia a Manuel da Costa

1796 - FÁBRICA DE PAPEL DA RIBEIRA DE ALCÂNTARA, em Lisboa

Notícia de uma fábrica de papel na Quinta do Loureiro, Ribeira de Alcântara, propriedade de Bernardo José da Costa e Joaquim Rodrigues Chaves & C.^a.

1797 - FÁBRICA DE PAPEL DA QUINTA DA CASCALHEIRA, em Vizela

Neste ano, Francisco Joaquim Moreira de Sá apresentou requerimento à Real Junta do Comércio, para instalar uma *Fábrica de Papel na Quinta de Sá* (também chamada Quinta da Cascalheira), na margem esquerda do rio Vizela, em Guimarães. É também referida em diversa documentação por *Real Fábrica de Papel de Vizela* ou por *Fábrica Real de Papel e de Tinturaria do Sá*³.

1802 Carta Régia autorizando a instalação de uma fábrica no sítio da Cascalheira, no rio Vizela.

¹RATTON, Jacome. *Recordações de Jacome Ratton*, p. 41

²SANTOS, Maria José. *A Indústria do Papel em Paços de Brandão...*p. 221

³SOUSA, António Mendes de; RODRIGUES, Manuel Ferreira, «A Fábrica Real de Papel de Vizela», in *Actas do I Encontro Nacional sobre o Património Industrial...*pp. 681-706

1804 Francisco Joaquim Moreira de Sá dedica ao Príncipe Regente D. João (futuro rei D. João VI) e à princesa Carlota Joaquina, residentes no Rio de Janeiro, dois sonetos, que terão sido impressos em amostras do primeiro papel obtido a partir de madeira.

Entre 1797 e 1804 Admite-se a possibilidade de, neste período, e em ano ainda não confirmado, aqui se ter produzido pasta mecânica de madeira de pinho, sob a orientação do técnico inglês e sócio-gerente, Thomas Bishop, residente na Quinta de Sá, desde, pelo menos, 1802. A ser possível confirmar esta hipótese, Portugal poderá ter sido pioneiro nesta descoberta.

1805 Alvará outorgado em 24 de Janeiro, pelo Príncipe Regente D. João, com privilégios para 25 anos de laboração.

1808 No contexto conturbado da primeira invasão francesa comandada por Junot, esta fábrica de grandes dimensões, concebida e construída para fabricar papel com «massa de madeira», foi completamente destruída, tendo o seu fundador fugido para o Brasil. Há também a possibilidade de esta fábrica ter sido destruída, na sequência de uma contestação, orquestrada por um pároco local, contra a utilização do pinheiro para fabricar papel.

1798 - FÁBRICA DE PAPEL DE CABECEIRAS DE BASTO, em Guimarães

Neste ano, pertencia a Manuel José de Sousa Lobo.

1799 - FÁBRICA DE PAPELÃO, em Vizela

Terá sido fundada em 1799, nas margens do rio Vizela, Guimarães.

1800 - MEMÓRIA SOBRE A NECESSIDADE DE FUNDAR UMA REAL FÁBRICA DE PAPEL BOMBYCINO OU DE ALGODÃO

Memória manuscrita de J. A. da Costa e Sá, sobre a utilização do algodão, vindo do Ultramar, como matéria-prima para a produção de papel *bombycino*⁴.

1802 - REAL FÁBRICA DE PAPEL DE ALENQUER

Criada pelo Alvará de 2 de Agosto de 1802, concedido pelo Príncipe Regente D. João. Dos fundadores, faziam



Real Fábrica de Papel de Alenquer e respectivo açude

parte grandes capitalistas da cidade de Lisboa (consórcio de “tabaqueiros”), como o 1.º Barão de Quintela, Joaquim Pedro Quintela, o Desembargador Sebastião António da Cruz Sobral, Jacinto Bandeira e António Machado.

Em 1804 a Real Fábrica de Papel de Alenquer adquire a vizinha Fábrica de Papel do “Trapeiro”⁵.

Embora em 1805, as obras ainda prosseguissem com o recurso a mão-de-obra escrava argelina, a laboração desta fábrica inicia-se ainda nesse ano. Numa das primeiras marcas de água em papel produzido nesta fábrica, pode ler-se: «R F DALEMQUER 1806».

Em Portugal, foi uma das primeiras fábricas de papel a instalar o sistema inventado na Holanda, em 1660, para desfibrar o trapo (pila holandesa), em substituição do antigo sistema de maços ou martelos, o que permitiu reduzir, de 24 para 5h, a preparação da pasta de papel.

Sobreviveu às invasões francesas, mas encerrou em 1829 em consequência da repressão absolutista. Reabriu em 1852, como COMPANHIA DO PAPEL DE ALENQUER SA.

Em finais da década de 70 do século XIX, foi aqui instalada uma máquina de fabrico de papel em contínuo, mantendo-se, no entanto, em paralelo, quatro tinas de produção de papel de fôrma.

Em 1889, grande parte das máquinas foi vendida para a Companhia do Papel do Prado, tendo a Real Fábrica de Papel de Alenquer (Companhia do Papel de Alenquer) fechado portas.

⁴ BANDEIRA, Ana Maria. *Pergaminho e Papel em Portugal*, p.36-38.

⁵ V. 1790, *Revista info@tecnicepa*, n.º 72, p. 17



HENRIQUE DOMINGUEZ

Sócio Fundador e Honorário n.º 4

Uma “velha” matéria prima...as plantas anuais.

Em Portugal as celuloses e os papeleiros têm o privilégio de ter à sua disposição uma excelente matéria prima com características que lhes permitem produzir o melhor “office paper” do mundo e propor ao mercado uma pasta muito apreciada.

Pena é que esta matéria prima seja tão malquerida por tantos ignorantes que a vituperam sem a conhecerem... Mas isso é um tema que está fora do âmbito destas linhas.

Dispondo de uma matéria prima tão generosa é natural que os nossos colegas mais jovens não recordem que, antes da utilização maciça de matéria prima de origem florestal fossem, durante muitos séculos, utilizadas outras fontes de celulose.

O primeiro papel produzido pelos chineses utilizava fibras de linho, de bambu e de palhas de diversos cereais.

O simples processo da maceração foi um segredo bem guardado pelos chineses e pelos japoneses até ao século VIII.

Foram os árabes quem tomou conhecimento do processo e quem o começou a utilizar e a difundir em direcção ao Ocidente.

Mas também eles inovaram começando a utilizar trapo de tecidos de linho e de cânhamo em substituição das palhas de cereais.

Os chineses continuaram sempre fiéis à utilização de fibras de palhas das quais, juntamente com a Índia são ainda hoje e de longe os maiores utilizadores.

O consumo de papel foi paulatinamente aumentando e o trapo foi escasseando para as necessidades...e consequentemente aumentando de preço.

Dai que a utilização das palhas de cereais se mantivesse até aos nossos dias.

Aliás só tardiamente, por volta de 1843, é que o alemão F.Keller registou a patente de uma mó para produzir pasta mecânica o que possibilitou a produção, em 1845, do primeiro papel de jornal com esta pasta.

Não é pois de estranhar que o primeiro moinho de papel instalado em Portugal, em 1411 (perto de Leiria) utilizasse como matéria prima a palha de trigo.

Mas também há memória da utilização da palha na Fábrica de Papel de Vale Maior, em Albergaria e na Companhia do Papel do Prado, em Tomar. A pasta produzida, depois de branqueada, foi utilizada na fabricação do famoso Papel Almaço da Prado.

Também a Fábrica de Cartão e Papel de Ota, em Alenquer, trabalhou até meados dos anos 60 do século passado com palha de trigo cozida com cal num digestor esférico rotativo.

Esta pasta era utilizada quase exclusivamente na produção de cartões compactos, “à enroladeira” e nalguns papeis de embalagem.

O fraco rendimento da produção da pasta (menos de 35 %) o aumento do preço da palha e os problemas da poluição devido ao não tratamento dos efluentes conduziram ao abandono desta produção.

O “cartão palha” produzido era no entanto muito apreciado pela rigidez e pela “mão” que lhe conferia a palha.

Mais tarde, 1956, a fábrica das Celuloses do Guadiana, instalada perto de Mourão pelo Grupo CUF, também teve como objectivo utilizar, como matéria prima principal, a abundante palha de trigo disponível na região.

Mas também Mourão acabou por abandonar a utilização da palha passando a reciclar papel velho.

As fibras de plantas anuais devido às características das suas fibras foram (e são ainda) muito utilizadas na fabricação de papeis extrafinos (de fumar, bíblia, filtro, etc)

Na Europa alguns países utilizaram a matéria prima local, mas também recorreram à importação de muito material (alfalfa i.é. luzerna) do Norte de Africa.

Para além dos habituais papeis de embalagem, algumas (poucas) fábricas produziram papeis e cartolinas de alta qualidade a partir de fibras de palha de trigo e/ou alfalfa branqueadas.

Eram magníficos produtos de grande rigidez, com um belo “toque”, mas com elevados custos de produção.

Para além da China e da Índia também a Espanha foi um importante utilizador da palha de trigo. Por outro lado, os USA, grande produtor de cereais, que em 1945 tinha 25 fábricas utilizado fibra de plantas anuais, foram-nas fechando, umas atrás das outras e em 1960 já não tinham nenhuma operacional.

A utilização mais generalizada das plantas anuais está condicionada por um lado pela disponibilidade de grandes quantidades rentáveis e por outro lado pelas dificuldades na recuperação dos químicos resultantes do cozimento, devido nomeadamente, à presença de sílica e de potássio nos efluentes.

É geralmente estimado que o preço de uma pasta branqueada de linho ou de cânhamo seja até 6 vezes superior ao de uma pasta de eucalipto.

Para referência e comparação uma pasta de palha de trigo contém 29 a 35 % de celulose, 16 a 21 % de lenhina e 4 a 9 % de cinzas.

Tem um comprimento das fibras da ordem de 1,5 mm e uma largura de uns 18 micrones.

Estas breves notas pretendem somente dar uma breve ideia de uma matéria prima que esteve na origem da fabricação do papel e que durante séculos teve uma contribuição importante no desenvolvimento da nossa indústria papelreira.



Estão abertas inscrições para a **XXVII Conferência TECNICELPA, 22 a 24 outubro 2025 em Tomar.**

Aproveite early bird só até dia 15 julho.

Ver mais detalhes em <https://www.tecnicelpa.com/XXVIItecnicelpa2025/>

Para ter mais visibilidade e reconhecimento no setor da pasta e do papel, adira à EXPOCELPA enquanto ainda há stands disponíveis.





CELSO FOELKEL
Sócio n.º 842

Repensando o processo de aprendizado tecnológico no setor de celulose e papel

Os setores de produção de celulose e papel de Portugal e do Brasil têm-se mantidos sólidos, robustos e trabalhando com tecnologias de alta eficiência, produtividade e continuidade operacional. Fábricas modernas e estado-da-arte, altamente instrumentalizadas e automatizadas, operam concomitante a outras fábricas de maior idade tecnológica, mas igualmente competitivas nos nichos em que selecionaram atuar. Algumas empresas buscam rotas mais audaciosas, aventurando-se com sucesso em produtos de biorrefinarias lignocelulósicas como biomateriais e biocombustíveis (Biotek, Suzano, Klabin, Navigator etc.).

Apesar de estarmos vivendo uma época em que predominam a automação e a inteligência digital, as fábricas, por mais estado-da-arte que sejam, são operadas e gerenciadas por pessoas. E surpreendentemente, muitas dessas pessoas mostram qualificação tecnológica e remuneração salarial não compatíveis com o que se exige delas para o grau de responsabilidade com que atuam. Em grande parte dos casos, pessoas operam, mantêm ou gerenciam sistemas muito complexos e custosos de equipamentos, como caldeiras de recuperação, digestores, máquinas de papel, plantas químicas etc. É de se estranhar então, que muitos desses profissionais são remunerados com valores muito aquém do que se poderia esperar pelo nível de responsabilidade exigido sobre um capital tão elevado da empresa. Outras pessoas sequer possuem níveis de qualificação tecnológica para operações onde se exigem atuações integradas com outras áreas da fábrica, com necessidades de amplo embasamento técnico e operacional. Imaginem que um operador de digestor de polpação kraft precisa falar diversos “idiomas”, tais como: automação, química da polpação, mecânica, elétrica, ambiental, qualidade da madeira, eficiência em uso de energia etc. E tudo de um momento

para o outro e em alguns casos, sem muito tempo para raciocinar. Ou mesmo, pensar brevemente sobre essas diversas e diferentes abordagens.

Essas breves reflexões me fazem acreditar que, mesmo que as empresas se sintam satisfeitas com seus recursos humanos técnicos, ainda deveriam se atentar mais sobre potenciais fragilidades em que se alicerçam suas crenças. Sempre é possível se melhorar a qualificação técnica de operadores e técnicos em geral, até mesmo de professores e pesquisadores industriais e acadêmicos.

Sou de opinião que qualquer técnico que trabalhe em nosso setor deveria ser capaz de dar a si mesmo e à sua família uma vida digna, saudável e prazerosa. Preocupações sérias sobre falta de dinheiro para pagar o aluguel da residência da família ou a conta de eletricidade deveriam ser entendidas pelos empregadores como ameaças ao bom desempenho desse trabalhador. Será que alguma empresa monitora as dificuldades vividas por seus empregados ou quão feliz ele está em sua vida “além dos muros” da empresa? Ou será que isso não está nos planos das áreas de recursos humanos dessas organizações?

Também entendo que um técnico não apenas precisa entender e conhecer mais sobre as teorias tecnológicas e científicas de onde ele atua, mas também as interações de sua área e de seus equipamentos com áreas afins. Assim como, conhecer qual o real papel que ele desempenha para o sucesso da empresa onde trabalha? Um operador de painel ou um pesquisador da área de desenvolvimento não deveriam se concentrar apenas sobre seus computadores e acreditar que aí estão todas as suas necessidades de trabalho diário. Eles precisam, isso sim, conhecer também os fundamentos

tecnológicos e práticos de seu setor e setores afins para que possam tomar decisões mais valiosas ou então para ligar o sinal de alerta sobre potenciais oportunidades ou ameaças que sua visão expandida permitisse visualizar. Em geral, sobre os custos de produção, impactos à qualidade dos produtos sendo fabricados, ao meio ambiente e à saúde ocupacional.

Refletindo sobre o tema, percebo que existe uma série de frases ou palavras que não são muito mencionadas nos cursos técnicos e nem nos cursos universitários sobre a tecnologia de celulose e papel. Para exemplificar, eu citaria: eficiência operacional, ecoeficiência, continuidade das operações, qualidade dos dados, predição de tendências, rapidez decisória, custos unitários, margem de contribuição, custo da hora parada, custo das perdas, margem de erro, probabilidade de acerto, balanço de massa, perdas energéticas, etc.

Ao ampliarmos o escopo sobre as demandas e atribuições aos técnicos na empresa, seria interessante combinar isso com as demandas profissionais e pessoais que eles possuem, principalmente aquelas relacionadas aos seus sonhos de presente e futuro. Se não houver um casamento adequado entre as necessidades das empresas e as de seus colaboradores, acredito que o principal prejuízo cairá sobre a própria empresa. Primeiro: porque trabalhadores infelizes ou insatisfeitos podem migrar para outra empresa em busca de novas oportunidades (e tenho visto isso com frequência na indústria brasileira de um setor de C&P em franca expansão). Segundo: porque um trabalhador insatisfeito ou inadequadamente treinado é um perigo para as operações, pois a probabilidade de cometer erros por desatenção ou desconhecimento aumentam muito. Entendo que possam ser erros não intencionais, mas sim por viverem momentos em algum estado de espírito de ansiedade ou preocupação. Ou por desconhecimento técnico, também.

As empresas dos dias de hoje estão conscientes de que as atividades que dependem de força bruta ou de habilidades manuais estão sendo substituídas por máquinas. As atenções se colocam então em se ter menos pessoas, mas que sejam mais qualificadas e que tenham como ferramentas de trabalho sua inteligência, seus conhecimentos, sua rapidez decisória e sua capacidade de interpretar situações para agir. Assim sendo, como a história setorial caminha nessa direção, mais atenção e foco precisam ser colocados em novas formas de remuneração e de qualificação dos recursos humanos.

Acredito que a maioria dos dirigentes principais das empresas está consciente dessas necessidades, mas talvez por serem pessoas de gerações anteriores e acostumados com outros padrões de gestão técnica, acabam não sendo suficientemente rápidos para perceber que o mundo mudou e

que eles e as suas empresas precisam mudar também. Essa evolução indica que novos mecanismos e filosofias deveriam ser implementados na formação técnica e nos aspectos humanísticos das empresas. Talvez o que de melhor se possa conseguir seria a criação de modelos de gestão integrando a excelência em qualificação tecnológica de toda a equipe técnica com aspectos comportamentais, relacionais e emocionais das pessoas. Entendo que isso conduziria à melhor compreensão do significado humanístico e tecnológico das empresas, criando um ambiente integrado e coeso pelo melhor entendimento de significados e papéis de cada um e de todos ao mesmo tempo.

Surge assim um novo problema a administrar: como conseguir a integração entre habilidades técnicas, gerenciais, comportamentais e emocionais diante das novas realidades da era digital? Uma vez mais a solução estará no redesenho dos treinamentos técnicos e comportamentais, com ampla integração das pessoas das próprias empresas, envolvendo também seus fornecedores de produtos e serviços (por exemplo, terceirizados). Outra oportunidade seria a utilização das muitas e novas ferramentas de treinamento hoje disponíveis nessa era digital.

Tenho acompanhado historicamente o processo de qualificação dos profissionais técnicos das empresas do nosso setor, tanto das empresas produtoras como fornecedoras. Tenho inclusive participado intensamente nisso frente à minha vocação incontestada de ser professor. Minha participação, como de tantos outros mestres, tem sido mais na forma de aulas expositivas (o professor fala e os alunos escutam e fazem anotações e alguns perguntam algo).

Frente às novas realidades do momento, chegou a hora de se criar técnicas mais disruptivas no que se entende por processos de ensinamento e aprendizado. A obsolescência do modelo vigente pode ser facilmente observada quando se avaliam as grades de disciplinas e as formas delas serem ensinadas em praticamente todas as instituições de ensino. O modelo atual apenas incorporou também as salas de aula virtuais, mas continua em seu cerne como sendo o mesmo. Há uma dominância enorme do professor e o aluno aprendiz tem pouco envolvimento no desenrolar do curso, recebendo apenas informações e quando muito busca um espaço para perguntar. Mas isso nem sempre acontece: ou por falta de tempo na aula, ou por receio do aluno de perguntar algo que será entendido pelos demais como “burrice” sua. As avaliações do aprendizado, quando ocorrem, são no tradicional formato de provas escritas com perguntas múltipla escolha. Avaliações orais parece que foram totalmente descartadas, quando são as mais importantes, já que elas próprias se constituem em uma maneira importante de aprendizado, tanto para o aluno como para o professor.

Tomo a liberdade de relacionar onde uma pessoa sedenta de saber tecnológico em celulose e papel pode tentar saciar essas necessidades em cursos abertos. Não estou aqui incluindo o autoaprendizado, pois isso será objeto de outro artigo futuro. Somente os tipos de cursos disponíveis aos interessados, como os seguintes:

- Cursos profissionalizantes em nível de tecnólogo;
- Cursos de graduação em engenharias, ciências fundamentais etc.;
- Cursos de pós-graduação (lato sensu e stricto sensu);
- Cursos de especialização (online, presencial, misto);
- Treinamentos internos nas empresas;
- Cursos contratados junto a consultores renomados;
- Cursos oferecidos pelas associações técnicas;
- Cursos “caça-níqueis” (em geral online e oferecidos por universidades de segunda linha); etc. etc.

Grande parte dos cursos de especialização se destina a profissionais já formados em cursos superiores, sendo que cursos em assuntos específicos aos técnicos são mais comuns junto às associações técnicas. Os técnicos de nível médio, comumente operadores que trabalham em regime de turnos, costumam ser treinados diretamente dentro das empresas. As razões são fáceis de serem entendidas: esses técnicos são tão vitais nas operações do dia a dia das fábricas, que eles fazem falta se ficarem fora das mesmas por um período mais longo. Em geral, a equipe de técnicos é enxuta e não existe assim disponibilidades para se ter algum ausente. De minha experiência, posso afirmar que já assisti magníficas aulas e palestras ministradas por esse tipo de técnicos, com a oferta de experiências vividas de altíssimo valor tecnológico.

Técnicos de fábricas, que trabalham diretamente nas operações, costumam aprender através de treinamentos internos, leituras de livros e revistas e de conversas com seus colegas de área e afins, seus superiores, fornecedores e principalmente em grupos de WhatsApp, FaceBook etc.

O futuro de nossa indústria não está apenas nas mãos das cúpulas diretivas, mas no perfeito entrosamento entre as áreas de gestão e de operações, bem como da capacitação e da adequação tecnológica das fábricas e de quem as opera.

Assim sendo e por essas considerações introdutórias, podemos concluir que ensino e aprendizado passam a ter função holística cada vez mais importante para nosso setor

de C&P, convertendo-se em um sistema de vasos comunicantes, o qual em sua situação ideal seria do tipo de quem ensina aprende e de quem aprende ensina. Por ensino entenda-se a transferência de conhecimentos, práticas e ideias. Por aprendizado entenda-se o processo complexo que envolve a aquisição de conhecimentos, atitudes e habilidades. O aprendizado pode acontecer de diversas formas, incluindo experiências e práticas vividas, recebimento e retenção de conhecimentos e observação do mundo e dos ambientes visitados.

Caso o processo de ensino seja frágil em sua concepção ou execução, o aprendizado não consegue acontecer plenamente e nem oferece respostas adequadas aos que procuram ensinar. Também, é comum não existirem métodos ou indicadores eficazes e eficientes para avaliar tanto o lado do ensinamento como do aprendizado. E não apenas nas vertentes tecnológicas, mas também comportamentais e de fixação de conteúdos e/ou de posturas dos aprendizes e de seus mestres.

É importante ficar claro que em modelos otimizados, tanto o professor procura ensinar conteúdos tecnológicos e orienta posturas comportamentais e motivacionais, como o vice-versa também é esperado. Isso significa que ao ensinar o professor aprende e ao aprender o aluno, que participa das atividades de forma proativa, também ensina aos professores e colegas. Projetado dessa forma, o processo estará sempre evoluindo e não ficará preso a aulas expositivas preparadas há anos passados e apenas transferidas de forma quase que totalmente passiva.

Essa visão de ensinamento e aprendizado precisa ser entendida, planejada, exercitada e convertida em um processo mais efetivo no mundo atual. Para se desenvolver isso, eu posso dizer que já existem modelos bem avançados em vigor, mas a especificidade de cada situação e de cada grupo de pessoas permite que se criem sistemas de ensino e aprendizado sob medida, ou seja, o mais adequado possível para cada objetivo.

Por essas e outras razões é que em um de meus próximos artigos de opinião eu pretendo comentar sobre o tema “Mestres e alunos no setor de celulose e papel: Vasos comunicantes trocando ensinamentos e aprendizados”. Aguardem, será em breve, nesse mesmo veículo de compartilhamento de conhecimentos e de opiniões.



VITOR CRESPO
Sócio n.º 353

O princípio da incerteza

Olá, caros leitores

O princípio da incerteza ou princípio da indeterminação de Heisenberg, introduzido pela 1ª vez em 1927 pelo físico alemão Werner Heisenberg, é um conceito fundamental da mecânica quântica, que, matematicamente afirma existir um limite para a precisão com que determinados pares de propriedades físicas podem ser conhecidos simultaneamente. Ou seja, quanto mais precisamente uma propriedade é medida, menos precisamente a outra propriedade pode ser conhecida. Neste sentido, aplica-se aos pares de variáveis como posição e quantidade de movimento de uma partícula; ou energia e tempo. Essas variáveis, em sistemas quânticos, são conhecidas como variáveis complementares ou canonicamente conjugadas.

A introdução sobre o conceito do princípio da incerteza, aplicada à física quântica pretende apenas evidenciar o princípio das dinâmicas de funcionamento e definição de estratégias das empresas em alguns sectores, como é o caso da indústria de pasta e papel, nos tempos “incertos e inseguros” em que vivemos. Um sector que tem tido a sua evolução ao longo das décadas, com significativos avanços tecnológicos, em particular depois da década de 80 e muito bem suportada na investigação e desenvolvimento.

Para enquadramento, vejamos alguns dados do relatório “Key Statistics 2023” da Cepi (Confederation of European Paper Industries), apresentado a 09/07/2024, organização que representa 90% da indústria europeia de pasta e papel:

- Total de empregos, diretos na Europa: 175.479
- Volume de vendas (turnover): 100 mil milhões de euros
- Componente do PIB (EU): 20 mil milhões de euros
- Produção de pasta (milhões de t): 32,7
- Capacidade instalada de pasta (milhões de t): 40,4
- Produção de papel e cartão (milhões de t): 73,9
- Capacidade instalada de papel e cartão (milhões de t): 96,4

No quadro seguinte apresentamos uma comparação entre 1991 e 2023, ilustrativo da evolução das tendências de produção por produtos de papel e cartão, resultado dos mudanças e hábitos de consumo:

Produtos	1991	2023
Newsprint	12,5%	3,8%
Other graphical papers	35,9%	18,9%
Tissue	5,8%	10,3%
Packaging paper and board	40,8%	62,4%
Other paper and board	4,9%	4,6%
Total (em milhões de t)	65	74

Como percebemos pelos nossos hábitos, reduções muito significativas ao nível dos produtos gráficos (jornal, impressão e escrita, couchés), compensadas pelo crescimento do tissue, embalagem e cartão.

Na realidade e numa perspectiva global de produção de papel e cartão, houve uma evolução positiva até 2006, atingindo-se um record de 103 milhões de toneladas, um período com alguma estabilidade entre 2010 e 2018, oscilando entre 90 e 95 milhões de toneladas. Mas é entre 2021 e 2023 que ocorre a maior quebra, de 90 para cerca de 74 milhões de toneladas, situação absolutamente inédita para o período em análise. Assim, o período recente após 2020 revela-se bastante errático, sem que seja evidente estabelecer tendências estatísticas e extrapolações para os próximos anos.

Estaremos perante um momento da indústria em que é necessário repensar estratégias de investimento ao nível do parque industrial; da redefinição de produtos e gamas de aplicações; linhas de investigação bem focadas no sentido de se obterem soluções que possam ser rapidamente desenvolvidas e aplicadas no mercado, ou seja, a agilidade nos processos é crítica nos tempos em que vivemos. Em comparação, veja-se a indústria automóvel com a introdução acelerada das diversas alternativas à redução dos combustíveis fósseis.

Noutra perspectiva e para a sobrevivência da indústria europeia de pasta e papel, existe o compromisso muito desafiante da neutralidade carbónica em 2050. Em 2023 atingiu-se uma taxa de 46% de emissões de carbono, face a 2005, obviamente à custa de uma enorme transformação

do tecido empresarial e investimentos muito significativos. As próximas metas e objetivos não serão menos fáceis de atingir, sendo que a agenda climática estará no topo das prioridades estratégicas das empresas do sector.

O princípio da incerteza nunca esteve tão latente na nossa indústria, mas, se ao longo de décadas foi possível evoluir de forma consistente e consolidada, acredito que continuaremos com uma elevada capacidade de resiliência e adaptabilidade. De acordo com as variáveis pares do princípio, sabemos a situação atual, mas não sabemos a quantidade de movimento, o momentum, impulsionado pelo mercado e outros fatores externos. Seguramente que com muita energia e algum tempo (o outro par de variáveis), continuaremos a resolver a equação definida por Werner Heisenberg.

XXVII
TECNICELPA
INTERNATIONAL CONFERENCE
FOREST BIOBASED MATERIALS

OCTOBER
22 > 24

CONVENTO DE CRISTO
WINDOW OF THE CHAPTER HOUSE

TOMAR
2025
PORTUGAL

TECNICELPA

E-mail: technicelpa.conference2025@technicelpa.com - Website: <https://www.technicelpa.com/XXVII/Tecnicepa2025/>
Telf. WhatsApp: +351 919 373 636 or +351 249 324 858

Perceções sobre a floresta que a ciência ajuda a esclarecer

Alguma vez ouviu dizer que as espécies autóctones não ardem? Que antigamente a nossa área de floresta era muito maior? Ou que, para termos mais floresta, basta plantar árvores? Será verdade? Descubra os factos que esclarecem várias destas perceções sobre a floresta.

Adaptado de www.florestas.pt

Várias ideias que se repetem sobre a nossa floresta têm pouco ou nenhum fundamento científico. No entanto, de tanto repetidas, acabam por se tornar populares. Para quem as ouve, torna-se difícil distinguir o que são factos e o que são perceções sobre a floresta.

Descubra quatro destas perceções sobre a floresta e como a ciência ajuda a esclarecê-las.

1 - A área de floresta em Portugal era maior antigamente?

Fact check: a área de floresta passou de cerca de 7% para mais de 36% do território em cerca de 140 anos

Este é uma das perceções sobre a floresta portuguesa contrariada pelos dados estatísticos e cartográficos existentes, que revelam termos cinco vezes mais área de floresta em Portugal do que em finais do século XIX.

As primeiras estatísticas florestais nacionais foram publicadas em 1875, por Gerardo Augusto Pery, em “*Geographia e estatística geral de Portugal e Colónias*” e indicam que apenas 7% da superfície de Portugal continental (cerca de 640 mil ha) estaria coberta por floresta, lembram os [Cadernos de Geografia N° 21/23 da Universidade de Coimbra](#).

O sexto Inventário Florestal Nacional (IFN6, publicado em 2019) revelou que 36% do território estava coberto por floresta (mais de 3,2 milhões ha). Pouco depois, a Carta de Ocupação e Uso do Solo (COS 2018) indicou que as áreas florestais representavam 39% da superfície do país (mais de 3,4 milhões de ha). Em ambos os casos, os dados apontam que a floresta ocupa mais de um terço da área de Portugal.

2 - Será que não devemos plantar espécies exóticas?

Fact check: Há inúmeras espécies exóticas de grande valor, que usamos todos os dias e que podem ser plantadas em Portugal. O que não podemos plantar são espécies classificadas como invasoras.

As espécies nativas são originárias do nosso território, enquanto as exóticas vêm de outras regiões. A maioria das exóticas não perturbam o novo *habitat* nem as espécies nele existentes, sendo nesse caso consideradas naturalizadas. Contudo, uma pequena parte pode disseminar-se, competindo pelos recursos e ameaçando outras espécies. Neste caso, falamos de espécies invasoras e a sua plantação e disseminação são proibidas. Esta distinção entre espécies nativas, exóticas, naturalizadas e invasoras é essencial.

As exóticas que plantamos em Portugal, tanto em zonas verdes e florestais como agrícolas, não são consideradas prejudiciais e são usadas por lhes ser reconhecido valor. Várias são plantadas há tanto tempo que nem temos noção que vieram de longe e acabaram por se naturalizar. Eis três exemplos:

- Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) – trazido da Oceânia, adapta-se bem a zonas temperadas e tornou-se na principal fonte de madeira para papel e biocompostos.
- Laranjeira (*Citrus sinensis*) – originária da China e Vietname, adapta-se bem a regiões com estações do ano diferenciadas e tornou-se um ícone dos produtos do Algarve.
- Nogueira (*Juglans regia*) – originária da Ásia Central, é cultivada no Mediterrâneo desde a Antiguidade, naturalizada na Europa e valorizada pelo fruto e madeira.

As espécies consideradas nocivas – invasoras – integram a lista das invasoras proibidas. É mais fácil prevenir a sua introdução do que tentar erradicá-las depois de introduzidas.

3 – Será que as espécies florestais autóctones não ardem?

Fact check: Embora existam plantas mais bem-adaptadas ao fogo, todas as espécies vegetais ardem. Em Portugal, entre 2001 e 2022, as áreas florestais com espécies nativas foram as mais afetadas.

Embora a crença de que o fogo tende a poupar as espécies autóctones esta crença seja comum, o tipo de vegetação consumida pelos incêndios é tendencialmente proporcional à vegetação existente (o que arde mais são as espécies mais abundantes) e, a partir de uma determinada dimensão, os incêndios propagam-se indiferentes ao tipo de vegetação. “Este comportamento é tanto mais comum quanto maiores são os incêndios, porque os grandes incêndios tendem a desenvolver-se sob condições meteorológicas severas, que lhes conferem grande intensidade” e, em consequência, têm capacidade de queimar qualquer espécie e até mesmo a vegetação que está verde e com teores de humidade altos, escreveu José Miguel Cardoso Pereira.



O perigo de incêndio em zonas rurais e florestais aumenta quando existe acumulação de vegetação sob as copas (matos altos e contínuos), criando uma camada de biomassa combustível que alimenta e propaga as chamas do solo até às copas das árvores. O risco é também mais elevado quando as copas das árvores se tocam, facilitando a propagação.

A ideia de que a floresta autóctone não arde é também contrariada pelas estatísticas do ICNF sobre as “Áreas ardidas por uso e ocupação do solo”. Estes dados revelam que de 2001 a 2022:

- A área ardida representou 3042282 ha: 49% em zonas de floresta, 44% de matos e 7% de agricultura.
- Dos 1,490 milhões de hectares áreas florestais ardidas, mais de 805 mil tinham espécies nativas.

4 – Para florestar ou reflorestar, basta plantar

Fact check: Para florestar e reflorestar é preciso avaliar o que plantar, onde plantar e ter capacidade para cuidar da floresta (gerir). Plantar sem critério e cuidado aumenta a mortalidade das árvores e o risco de incêndio.

Apesar da importância de plantar árvores, não basta plantar. Saber onde plantar, o que plantar, quando plantar e quais as boas práticas para plantar e cuidar da floresta é essencial para que as jovens árvores tenham as condições de que necessitam para sobreviver e crescer, evitando a escolha de espécies que não se adaptam às características de solo, clima e topografia ou a plantação de árvores muito próximas entre si (que acabam por não ter recursos suficientes para sobreviver) ou a plantação em épocas do ano pouco favoráveis.

Por exemplo, o sobreiro (*Quercus suber*) não tolera solos encharcados, invernos rigorosos nem zonas de grande altitude (não o vemos acima dos 500 metros de altitude), mas o castanheiro (*Castanea sativa*) que vive em zonas montanhosas (até aos cerca de mil metros em Portugal), com invernos de temperatura e pluviosidade médias. É por este tipo de condicionantes que não devemos plantar castanheiros no Algarve ou sobreiros na serra da Estrela.

Na generalidade, a plantação deve evitar o pico do inverno e os períodos em que é comum a ocorrência de geadas, embora o calor e secura estivais façam do verão uma época igualmente desaconselhada para a plantação. Conhecer estas condições torna-se ainda mais importante quando sabemos que as pressões decorrentes das alterações climáticas - aumento da temperatura, secas e pragas, entre outras - estão a debilitar a saúde das árvores, contribuindo para perdas de vitalidade e aumentos de mortalidade.

A simplificação das práticas de florestação ou reflorestação pode também levar a maiores taxas de insucesso: a plantação de zonas florestais requer procedimentos técnicos que são críticos para a sobrevivência e saúde das árvores, desde o conhecimento das características do solo e da eventual necessidade de adubação, passando pelas técnicas de poda ou desrama e pela gestão equilibrada da vegetação espontânea.

A água e a sua utilização em caldeiras

Parte 2 – História do tratamento de água de compensação a caldeiras

Vitorino de Matos Beleza e Sofia Assunção Fernandes

(continuação da info 76)

1 - Introdução

A água que alimenta as caldeiras provém de fontes naturais, como poços, lagos, rios, ribeiros, lagoas e de mananciais. Para que uma caldeira opere segura e eficientemente, é de extrema importância ter cuidado com a qualidade da água que alimenta este tipo de equipamentos, pois ela possui impurezas que podem gerar diversos problemas durante a produção de vapor, como incrustações, processos corrosivos e arrastamentos, o aumento do risco de acidentes, e comprometem tanto a qualidade do processo como a vida útil dos equipamentos. Além disso, a má qualidade da água pode aumentar o consumo de combustível e de produtos químicos usados no tratamento da água e agravar a qualidade do efluente gerado na central térmica. A seleção da tecnologia de tratamento da água bruta mais apropriada para este fim depende do tipo de água a tratar, ou seja, da fonte de água - de superfície ou de profundidade - que condiciona as suas características físico-químicas, do tipo de caldeira, das condições de operação e das características do equipamento. Assim sendo, o tipo de tratamento da água de compensação mais adequado para o sistema em causa varia muito e a sua escolha e monitorização tornam-se uma tarefa dispendiosa e que exige tempo aos profissionais responsáveis pela avaliação de cada parâmetro.

Uma caldeira funcionaria no seu máximo de segurança se a sua água de alimentação fosse cem por cento pura, isto é, sem qualquer partícula em suspensão ou em solução. Nessas circunstâncias, a água entra na caldeira e sai tal e qual, e na forma de vapor. Infelizmente, a realidade não é esta, pois a água no seu estado mais puro, a que pomposamente chamamos de ultrapura, contém sempre algumas substâncias dissolvidas, embora em pequeníssimas concentrações. As impurezas da água podem ser gases dissolvidos, como o oxigénio ou o dióxido de carbono, iões em solução, como cálcio, magnésio, ferro, cloreto, compostos orgânicos, etc.

Enquanto concentrações relativamente elevadas de impurezas podem ser toleradas em outros sistemas, por exemplo, circuitos abertos de água de arrefecimento, quando se trata de uma caldeira o fenómeno da concentração das substâncias dissolvidas, e as reações que se dão por ação das elevadas temperaturas em todo o sistema de produção e uso de vapor, podem originar graves problemas de corrosão, sujamento e arrastamento. Os condensados também podem contribuir para esses processos se forem contaminados no seu trajeto quer por correntes processuais quer por produtos de corrosão. Quando se faz referência ao tratamento de água da caldeira nada mais se quer dizer do que controlar a qualidade da água de modo que os citados problemas não ocorram.

Durante algumas décadas, a água de compensação era, quando muito, tratada por filtração para remoção das partículas sólidas. Esta técnica de purificação da água já era bem conhecida pelos gregos e egípcios por volta de 2.000 a.C., e os egípcios dominavam nessa altura a aplicação do alúmen (sulfato de alumínio e potássio) para garantir a coagulação e floculação de partículas coloidais presentes na água e acelerar a sedimentação dos flocos formados ou facilitar a sua filtração. A filtração lenta em areia começou a ser usada regularmente na Europa (EPA, 2000), quando, em 1804, arrancou a primeira planta de tratamento de água com filtros de areia lentos em Paisley, Escócia, desenvolvidos por John Gibb, e melhorados em 1827 por Robert Thom¹.

Embora a filtração da água de compensação introduzida no princípio do séc. XIX tenha contribuído para melhorias na operação de caldeira, ela não garantia a prevenção de incrustações, fenómeno que mais preocupava os técnicos ligados à conservação de caldeiras. Alguns químicos introduziram, no período de 1820 e de 1841, o processo de precipitação de cálcio por adição de cal ou, dependendo da dureza permanente da água, cal e soda. Inicialmente, estes reagentes eram adicionados na água de alimentação à caldeira, removendo os precipitados através da purga da caldeira. Mais tarde, o processo passou a ser feito fora da caldeira recorrendo a um processo de clarificação como se indica no quadro 1. Entretanto, a situação melhorou significativamente quando o engenheiro inglês Samuel Hall inventou, em 1938, o condensador de superfície que garantiu a recuperação do condensado para ser usado como água de alimentação às caldeiras. Esta solução revolucionou a conservação das caldeiras na medida em que passaram a ser alimentadas com água muito menos salina e assim passaram a ter limpezas mais espaçadas, menor número de casos de corrosão e sujamento graves, e maior eficiência dos geradores de vapor.

O quadro 1 apresenta uma lista de processos de tratamento de água aplicados atualmente no tratamento de água de compensação. Os quatro primeiros são bem conhecidos e experimentados. Os oito seguintes são mais recentes e deles se apresentam alguns aspetos que podem contribuir para aumentar os conhecimentos dos interessados nestas áreas. Atualmente, o amaciamento por permuta iónica é usado para caldeiras do tipo pirotubular com pressões de operação inferiores a 25 bar porque a redução da dureza total diminui notavelmente o risco de formação de incrustações de carbonato ou sulfato de cálcio; o uso do sistema de permuta iónica “ $NaX + HX$ ” é aceitável para caldeiras aquotubulares com pressões entre 25 e 60 bar e o sistema de permuta iónica “ $NaX + HX + MB$ ” é aceitável para caldeiras aquotubulares com pressões superiores a 60 bar. Ultimamente o sistema “ $UF+OI+EDI$ ” tem vindo a sobrepor-se ao “ $NaX + HX + MB$ ” devido ao abaixamento dos preços do referido equipamento e de menores custos de produção.

Quadro 1 - Processos físicos e químicos para tratamento de águas de compensação a caldeiras (fonte: Teixeira et al, 2000)

Técnica	Objetivo	Observações
Desferrização	Eliminação de ferro	Oxidação dor meio de um oxidante e correção de pH. Pode eliminar Mn. Necessita de passar pelo processo de clarificação.
Clarificação	Eliminar sólidos em suspensão, cor e turvação	Coagulação, floculação, sedimentação e filtração. Pode ser necessário adicionar um oxidante, um ácido ou uma base para corrigir o pH e adicionar um coagulante um floculante.
Adsorção por carvão ativado	Remoção de cor, matéria orgânica, cloro, etc.	Protege resinas de permuta iónica e membranas.
Amaciamento pelo processo Clark - Porter	Redução de dureza e alcalinidade	Adição de cal ou cal/carbonato de sódio.
Destilação / Evaporação	Redução do teor de sólidos dissolvidos	Muito importante há alguns anos na dessalinização de água do mar
Permuta iónica, NaX	Amaciamento	Para caldeiras com pressão da caldeiras < 20 bar
Permuta iónica, NaX + HX	Redução de dureza e alcalinidade	Para águas alcalinas e pressão da caldeiras < 20 bar
Permuta iónica, HX+OHX	Desmineralização	Para caldeiras com 20 bar <P < 60 bar
Permuta iónica, HX+OHX+MB	Desmineralização (ver fig. 6)	Para caldeiras com P > 60 bar
Ultrafiltração, UF	Remoção de partículas coloidais, microrganismos e alguns compostos orgânicos	Força impulsora: pressão
Osmose inversa, RO	Redução do teor de sólidos dissolvidos.	Força impulsora: pressão Economicamente vantajoso se SDT > 400 mg/L.
Eletrodialíse, ED	Produção de água menos salina do que a original e aproveitamento de saimours	Força impulsora: campo elétrico. O consumo de energia elétrica é inversamente proporcional à concentração de sais da água bruta.
Eletrodeionização, EDI	Produção	Força impulsora: campo elétrico.

Chave: **NaX** - resina de permuta catiónica, na forma Na; **HX** - resina de permuta iónica, catiónica, na forma H; **OHX** - resina de permuta aniónica, na forma OH; **MB** - leito misto, mistura de duas resinas fortes **HX + OHX**.

¹ Robert Thom (1774-1847), Engenheiro civil escocês que revolucionou o projeto de instalações de filtração de água.

2 - A Permuta Iônica

A permuta de iões é um fenómeno que se verifica na natureza. Esse fato foi observado em pormenor por dois químicos ingleses, Harris Thompson e John Way, que, em 1850, estudaram a troca de iões amónio presentes na água por cálcio ao ser percolada em alguns tipos de solo. Em 1858 o químico alemão Eichorn provou que aquela reação no solo era reversível e anos mais tarde (1876) Lemberg, além de ter confirmado aquela reversibilidade e determinado a estequiometria da reação, identificou os aluminossilicatos com especial capacidade para trocar catiões. Posteriormente foram descobertos outros minerais com capacidade para trocar cálcio e magnésio por sódio. Estes minerais, geralmente aluminossilicatos muito porosos receberam a denominação de zeólitos. Este termo, do grego “zein” + “lithos” que significa “pedra que ferve”, foi efetivamente usado pela primeira vez há cerca de 200 anos por um geólogo sueco (Axel Fredrik Cronstedt) para designar minerais de silício com a particularidade de perderem água quando aquecidos.

A sua utilização nos primeiros anos do século XX, mostrou que não tinham grande capacidade de permuta de iões. Por isso, o seu sucesso comercial e a utilização generalizada só foram possíveis quando, em 1905, Gans desenvolveu e patenteou os zeólitos sintéticos para amaciar a água. Comercialmente, foi a companhia americana Permutit Company que, em 1913, desenvolveu permutadores iónicos industriais e domésticos, que foram amplamente publicitados e vendidos.

Só em 1923, com a sulfonação de carvões, foi possível trocar catiões pelo hidrogénio. Em 1935, dois químicos ingleses, Basil Adams e Eric Holmes, produziram a primeira forma fenólica de resinas com capacidade para trocar catiões se fossem introduzidos no polímero grupos sulfónicos, e outro para troca de aniões se fossem introduzidos grupos amino. Este avanço permitiu que a sua aplicação em conjunto garantisse a produção de água desmineralizada. Todavia, foi o cientista americano Gaetano D’Alelio que, em 1944, desenvolveu as resinas sintéticas catiónicas a partir da copolimerização do estireno e divinilbenzeno. Mais tarde, em 1948, produziram-se as primeiras resinas aniónicas baseadas naquele copolímero. Melhorias introduzidas ao longo dos últimos setenta anos nas suas propriedades têm garantido o uso das resinas de permuta iónica em diversos processos.

A permuta iónica ainda é a técnica de amaciamento e desmineralização mais utilizada nos nossos dias. Por ser um processo eficaz e simples, a permuta iónica estendeu-se a inúmeras aplicações, mas é no tratamento de águas de compensação a caldeiras que o seu sucesso foi mais importante. Dá-se o nome de permuta iónica ao processo de troca de iões que ocorre entre um líquido (água) e um sólido ou líquido imiscível (que designaremos por resina de permuta iónica, ou simplesmente resina). As resinas permutadoras de iões possuem catiões ou aniões móveis ligados ao grupo ativo da resina suscetíveis de serem permutados reversível e estequiometricamente com os iões do mesmo sinal contidos na água a tratar. A aplicação mais comum, o amaciamento, ou, em linguagem vulgar e incorreta, descalcificação, corresponde à troca de iões cálcio e magnésio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) da água por iões sódio, Na^+ . A desmineralização é um processo mais complexa constituído, no mínimo, por duas unidades em série, a primeira para troca de catiões pelo ião hidrogénio (H^+), e a segunda para permuta de aniões pelo anião hidróxido (OH^-).

Tecnicamente, o processo de permuta iónica concretiza-se num reservatório com fundos copados onde se introduz uma determinada quantidade de resinas de permuta iónica (ver fig.1). A camada de resinas é atravessada pela água e, ao longo dela, ocorre a reação seguinte:



em que R representa a resina, C_1 o seu catião móvel inicial e C_2A um sal qualquer em solução. A regeneração da resina é feita segundo a reação inversa.

O processo de permuta iónica é realizado do seguinte modo: a resina de permuta iónica, quando posta em contacto com a solução de um sal, troca o ião ligado ao seu grupo ativo pelo anião ou catião da solução segundo uma reação de equilíbrio. A reação desloca-se num ou noutro sentido conforme a atividade dos iões presentes e a seletividade da resina, a sua valência e concentração.

A permuta será mais completa se a solução atravessar um certo volume de resina permutadora como se mostra na **fig. 1**, de forma que cada camada atravessada modifique o equilíbrio atingido na camada precedente no sentido desejado. Depois de esgotada, a capacidade da resina é recuperada fazendo passar uma solução regenerante contendo o ião móvel que inicialmente está ligado ao grupo ativo da resina. Este processo é cíclico e pode ser reproduzido inúmeras vezes.

Nas figuras 2, 3 apresentam-se esquemas simples para exemplificar, respectivamente os processos de amaciamento e de desmineralização, sendo a última destinada à produção de água ultrapura para utilização em caldeiras de alta pressão.

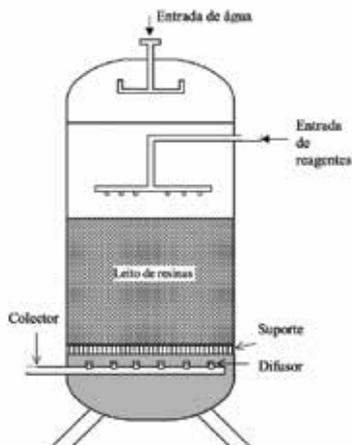


Figura 1
Representação em corte de uma unidade de permuta iônica

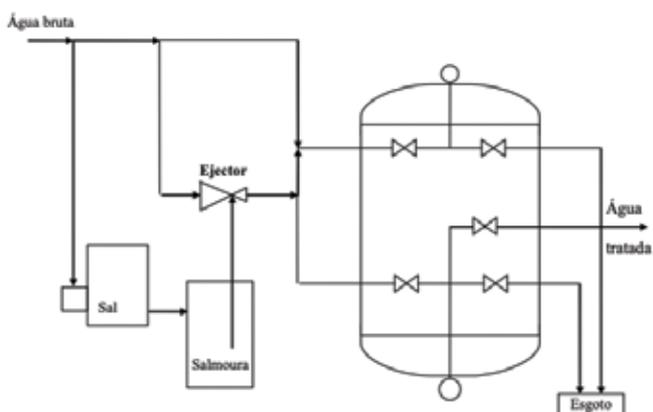


Figura 2
Esquema de uma unidade de amaciamento por permuta iônica.

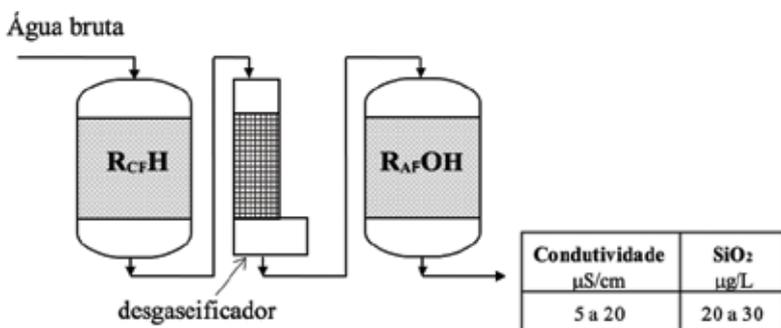


Figura 3
Diagrama de fluxo de uma instalação de desmineralização constituída por uma unidade de resinas catiônicas fortes e outra de aniônicas fortes.

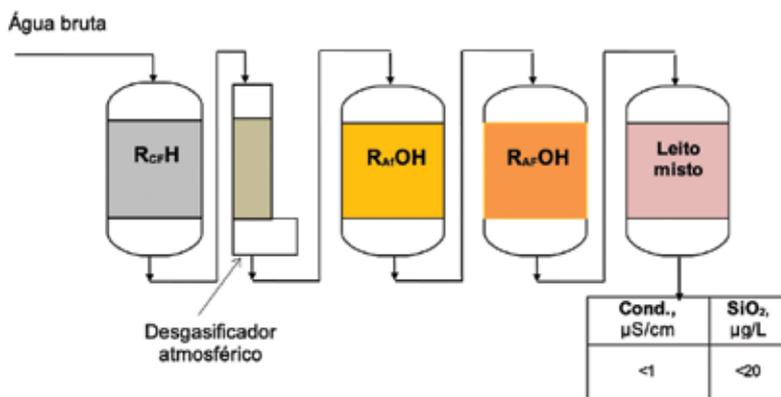


Figura 4
Diagrama de fluxo de uma instalação de desmineralização constituída por uma unidade de resina catiônica forte (R_{CF}H) seguida de um desgasificador atmosférico, de resinas aniônicas fraca (R_{AF}OH) e forte (R_{AF}OH) e, finalmente, de um leito misto.

No processo de dessalinização recorre-se a evaporadores, equipamento de destilação, ou sistemas de destilação solar. No tratamento de água com aplicação de membranas são utilizados seis processos baseados em membranas: a microfiltração (MF), a ultrafiltração (UF), a nanofiltração (NF), a osmose inversa (RO), a eletrodialise (ED) e a eletrodeionização (EDI). Estes processos são particularmente úteis na redução em águas de partículas coloidais, de sais dissolvidos totais e na remoção de compostos orgânicos. A pressão diferencial através da membrana é a força impulsora nos processos de microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose inversa, enquanto na eletrodialise e na eletrodeionização um campo elétrico é responsável pela transferência de iões através de membranas permoselectivas.

O quadro 2 apresenta as características mais importantes dos processos de separação com membranas usados no tratamento de águas.

Quadro 2 - Características mais relevantes dos processos de separação por membranas

Processo	Força Motriz	Mecanismo de Atuação	Material Retido
Microfiltração (MF)	Gradiente de pressão 0,1 – 1 bar	Exclusão	Material em suspensão com tamanho entre 0,1 – 10 μm
Ultrafiltração (UF)	Gradiente de pressão 0,5 – 5 bar	Exclusão	Material em suspensão com tamanho entre 0,001 – 0,1 μm
Nanofiltração (NF)	Gradiente de pressão: 1,5 – 40 bar	Exclusão /Difusão	Moléculas de massa molar média, entre 500 e 200 g/mole
Osmose Inversa (RO)	Gradiente de pressão 20 – 100 bar	Difusão	Todo material solúvel ou em suspensão
Eletrodialise (ED)	Gradiente de potencial elétrico	Migração num campo elétrico	Macro moléculas e compostos iónicos
Eletrodeionização	Gradiente de potencial elétrico	Migração num campo elétrico	Produz água ultrapura

3.1 - Ultrafiltração

As partículas coloidais, responsáveis pela turvação que a água apresenta, são partículas sólidas cujo diâmetro é inferior a 0,5 μm . Os microrganismos que vivem na água da apresentam tamanhos diversos: os vírus são estruturas microscópicas cujo comprimento varia, normalmente, entre 0,05 μm e 0,9 μm de comprimento e de 0,02 μm a 0,4 μm de diâmetro; as bactérias têm dimensões entre 0,2 μm e 30 μm , mas a grande maioria apresenta tamanhos entre 0,3 μm e 2,0 μm ; os protozoários, que representam a escala seguinte entre os seres vivos, têm tamanhos entre 2 μm e 1.000 μm . Como a ultrafiltração retém partículas entre 0,001 – 0,1 μm , ela é uma técnica de separação de partículas da água com capacidade para reter partículas coloidais, microrganismos e vírus.

A ultrafiltração é uma tecnologia de separação por membranas que tem raízes na pesquisa científica do início do século XX, mas seu desenvolvimento como tecnologia aplicada se consolidou apenas a partir da década de 1960 com o desenvolvimento, por Loeb e Sourirajan (Loeb, 1980) para a osmose inversa membranas anisotrópicas de acetato de celulose, aplicáveis tanto em ultrafiltração como na osmose inversa. A primeira aplicação com sucesso ocorreu na década de 1970, principalmente na indústria de laticínios para concentrar, purificar e recuperar proteínas sem as desnaturar (Sequeira, 2017). Com a melhoria da resistência química e térmica das membranas e do equipamento, sobretudo no que diz respeito à introdução de unidades com operação automática, a ultrafiltração teve uma expansão significativa no tratamento de águas residuais para aproveitamento de água.

A ultrafiltração tornou-se uma das tecnologias mais importantes de separação física sem utilização intensiva de produtos químicos, sendo hoje um processo essencial em processos sustentáveis de purificação e concentração.

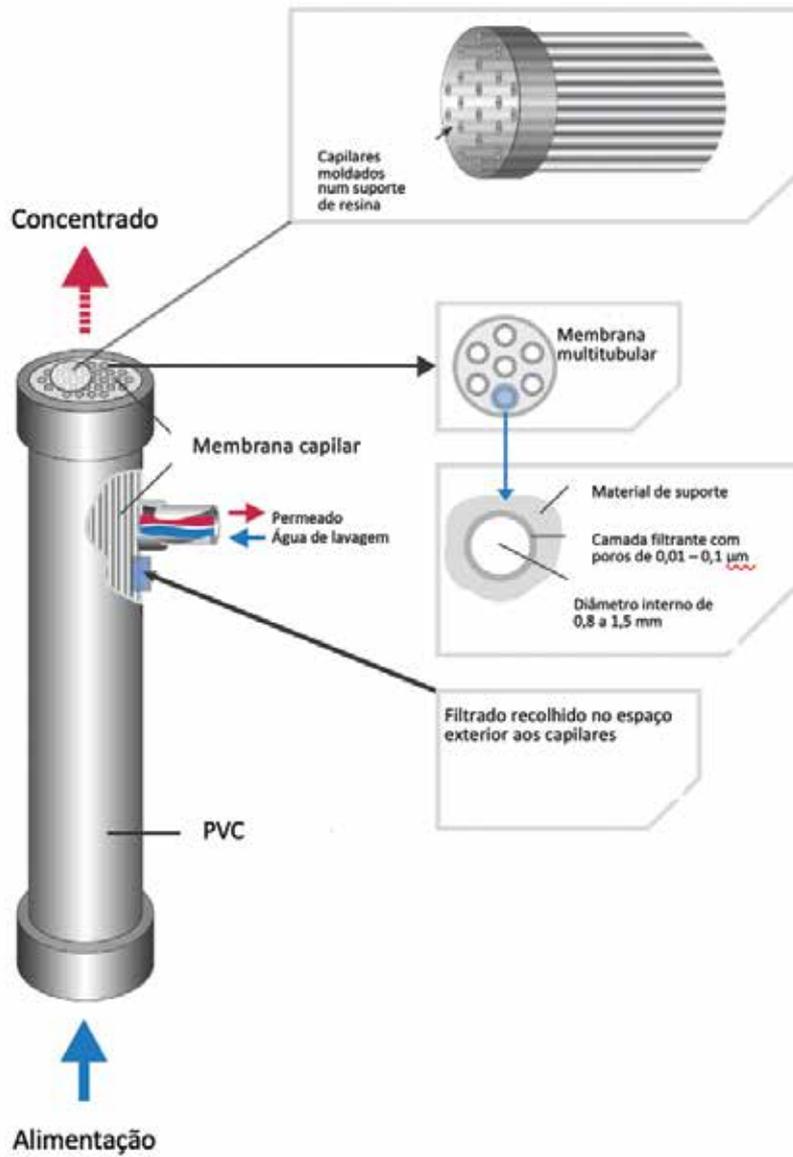


Figura 5
Esquema de funcionamento de um módulo de ultrafiltração



Figura 6
Instalação de ultrafiltração para tratamento de água de piscina do Parque Aquático de Bambados da cidade de Bamberg, Alemanha.

(continua na próxima edição)