

# HANNOVER MESSE 2025

BOLETIM DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA  
SENAI-SP

**INDÚSTRIA SUSTENTÁVEL  
E CONECTADA**





# APRESENTAÇÃO

O **Boletim de Difusão Tecnológica SENAI-SP** compõe a estratégia de prospecção tecnológica do SENAI-SP, com o objetivo de oferecer às empresas paulistas acesso às principais inovações apresentadas nos maiores eventos de tecnologias industriais do mundo.

Em 2025, a delegação do **SENAI-SP** participou da **Hannover Messe**, realizada de 31 de março a 4 de abril em Hannover, na Alemanha. A feira é uma das mais relevantes do cenário global de tecnologia para discutir o futuro da indústria, reunindo mais de 4 mil expositores e 130 mil visitantes especializados. Com o tema "Indústria Sustentável e Conectada", a edição de 2025 destacou pautas como **descarbonização, automação inteligente e resiliência produtiva**.

A presença do SENAI-SP no evento contribui diretamente para o **Monitoramento da Difusão Tecnológica**, com foco especial em inteligência artificial industrial, robótica avançada e soluções em hidrogênio verde – áreas estratégicas que ajudam a antecipar tendências e alinhar a atuação da instituição às transformações do setor.

Neste boletim, você confere as **oportunidades e tendências tecnológicas** apresentadas por expositores de todo o globo, com insights que podem inspirar caminhos de inovação para o seu negócio.

## SUMÁRIO

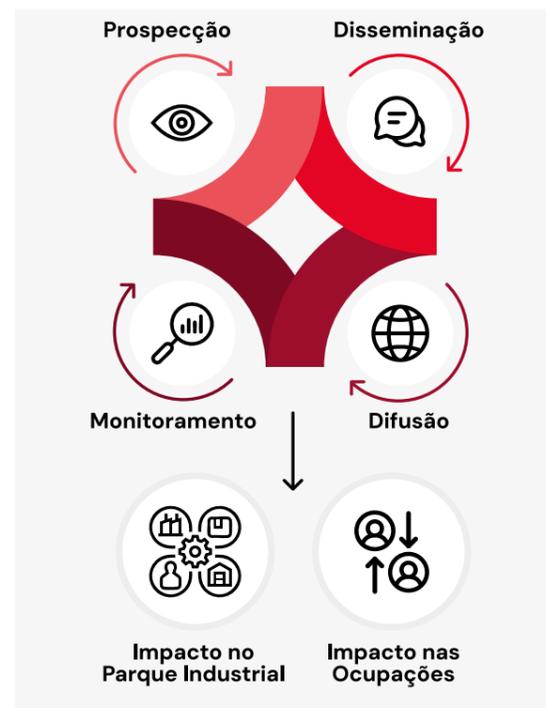
INTRODUÇÃO	4
A FEIRA DE HANNOVER	6
SMART MANUFACTURING	14
ECOSSISTEMAS DIGITAIS	34
ENERGIA PARA A INDÚSTRIA	44
CASES E SUA APLICAÇÃO NA FÁBRICA DO FUTURO	56

# INTRODUÇÃO

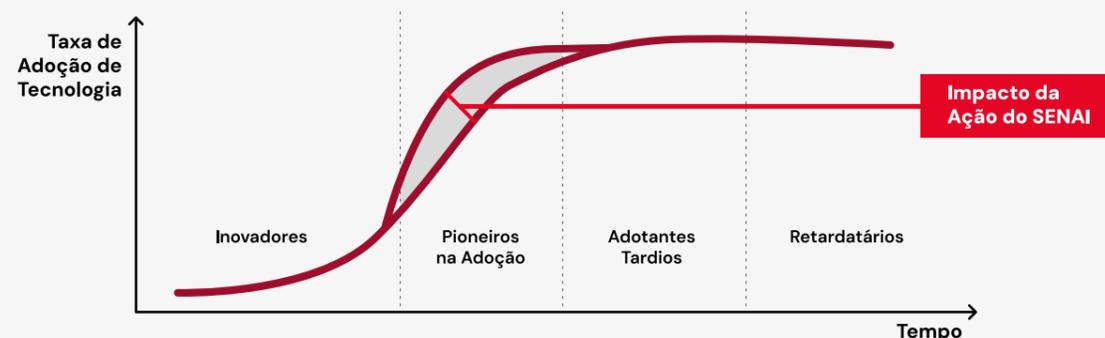
## MISSÃO DE PROSPECÇÃO HANNOVER MESSE 2025

O Boletim de Difusão Tecnológica SENAI-SP segue a metodologia de Monitoramento da Difusão Tecnológica proposta pelo SENAI em 2006, com foco em acompanhar inovações, identificar tecnologias promissoras e subsidiar o planejamento educacional e tecnológico da instituição.

O principal objetivo da missão de prospecção do SENAI-SP é, por meio do monitoramento contínuo, identificar tecnologias emergentes, disseminar informações estratégicas e avaliar o progresso na difusão dessas inovações.



## Curva de Difusão Tecnológica e Ações Educacionais



Fonte: Modelo SENAI de Prospectiva

O presente boletim integra essa estratégia, com o objetivo de compartilhar informações entre representantes da indústria, especialistas, docentes e técnicos sobre as tecnologias que podem contribuir para o **desenvolvimento da indústria nacional**. Para isso, o SENAI-SP realiza **missões a feiras tecnológicas internacionais**, que

resultam no monitoramento de tendências tecnológicas identificadas pelo Modelo SENAI de Prospectiva.

A Hannover Messe é uma das feiras prospectadas anualmente pelo SENAI-SP há 15 anos. Este evento, de importância mundial para a divulgação e apresentação de inova-

ções no setor industrial, oferece uma visão atualizada de novos conceitos, tecnologias e aplicações em toda a cadeia de valor industrial.

Reconhecemos que a tecnologia está em constante evolução e seu impacto é amplo e fundamental. Nosso objetivo é oferecer ao leitor uma imersão no evento, compartilhando tendências e incentivando reflexões sobre o futuro.

## NÍVEL DE MATURIDADE TECNOLÓGICA (TRL)

Cada uma das tecnologias apresentadas neste boletim está acompanhada de uma indicação do seu nível de maturidade, representado pelo Indicador TRL (*Technology Readiness Level*).

Essa escala internacional, que vai de 1 a 9, indica o estágio de desenvolvimento em que a tecnologia se encontra - desde os princípios básicos de pesquisa até sua aplicação final no mercado.

A sinalização permite visualizar de forma rápida o grau de maturidade de cada tecnologia e o quão próxima está da aplicação na indústria.

## INDICADOR TRL

Aplicação	9	Produto pronto para o mercado
Pré-comercial	8	Tecnologia pronta e validada em ambiente real
Demonstração	7	Protótipo analisado em ambiente operacional
Protótipo	6	Situação próxima ao desempenho esperado
Teste em escala piloto	5	Validação em ambiente simulado
Teste em escala reduzida	4	Validação em ambiente controlado
Pesquisa aplicada	3	Testes laboratoriais e prova de conceito
Formulação da tecnologia	2	Concepção de possíveis aplicações
Pesquisa básica	1	Indicação dos princípios básicos



# A FEIRA DE HANNOVER

**Nesta edição, os visitantes encontraram respostas sobre como podem tirar proveito da automação, inteligência artificial e hidrogênio.**

Entre os dias 31 de março e 4 de abril de 2025 foi realizada a Hannover Messe, o maior evento de tecnologia do mundo e palco da consolidação do conceito de Indústria 4.0.

Desde a sua criação, em 1947, a feira de Hannover tem desempenhado um papel fundamental na reconstrução e no fortalecimento da indústria alemã, após a Segunda Guerra Mundial. Anualmente, o evento reúne as mais impactantes tecnologias e modelos de negócios que influenciam o setor industrial em todo o mundo.



A feira é tradicionalmente realizada no centro de exposições Deutsche Messe AG Hannover, localizado na cidade de Hannover, no noroeste da Alemanha.

Cerca de 130 mil visitantes de 150 países trocaram ideias com as 4 mil empresas expositoras sobre como usar a IA de forma lucrativa, automatizar suas fábricas e tornarem-se mais eficientes em termos de energia. Mais de 40% dos visitantes vieram do exterior. Os países participantes mais importantes, depois da Alemanha, foram China, Holanda, Canadá, Polônia, Coreia do Sul e Japão.

## **ESTRUTURA DO EVENTO**

Os 17 pavilhões da feira abrigaram demonstrações em estandes, painéis de debates e apresentações, tanto presenciais como virtuais, com conteúdo disponível em inglês e alemão, incluindo tradução simultânea nos eventos principais.

Além disso, a plataforma online permitiu uma interação significativa entre os visitantes e os palestrantes.

“

**A Hannover Messe 2025 foi uma demonstração contundente do compromisso com a viabilidade futura da indústria na Alemanha e na Europa - em estreita cooperação com seus parceiros internacionais.”**

“Em um cenário global marcado pela incerteza, a feira cumpriu com excelência seu papel como vitrine tecnológica, exposição de negócios e plataforma de diálogo sobre políticas econômicas e cooperação internacional. A Hannover Messe é o local onde o mundo analógico das máquinas se conecta com a inteligência digital - aqui, é possível ver como a digitalização e a inteligência artificial estão viabilizando o progresso industrial.”

**Dr. Jochen Köckler**  
CEO da Deutsche Messe AG



“

**“A Hannover Messe demonstrou mais uma vez que é a plataforma mais importante para a inovação industrial. A IA em aplicações industriais despertou especial interesse entre os visitantes, especialmente os estrangeiros. Isso demonstra que a indústria alemã pode continuar a oferecer uma orientação global em tempos de mudança tecnológica. A IA industrial é uma nova área de crescimento que continuará a impulsionar a automação e a digitalização da indústria. A Hannover Messe refletirá esse desenvolvimento nos próximos anos.”**

**Dr. Gunther Kegel**  
Presidente da Associação Alemã de Fabricantes de Eletrodomésticos e Eletrônicos (ZVEI) e Presidente do Conselho Consultivo de Expositores da Hannover Messe



## **IA: TÓPICO NÚMERO UM DA INDÚSTRIA**

O tema principal da feira em 2025 foram as aplicações da IA para a indústria. “A IA tem o potencial de mudar a indústria mais em poucos anos do que mudou em toda a última década” - Köckler.

As expositoras usaram exemplos específicos para mostrar como as empresas de manufatura podem se beneficiar da inteligência artificial. “Por meio do uso direcionado dessas tecnologias, as pequenas e médias empresas também podem aumentar sua eficiência, reduzir custos e aumentar significativamente sua competitividade” - Köckler.

Um novo estudo apresentado na Hannover Messe pela VDMA e pela consultoria Strategy& demonstra isso em termos concretos. Segundo o estudo, o uso de inteligência artificial generativa pode aumentar a margem de lucro na engenharia mecânica e de instalações em até 10,7 pontos percentuais.



## **HIDROGÊNIO PARA UM FORNECIMENTO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL**

Nos pavilhões de energia da Hannover Messe, tudo girava em torno da eficiência e da sustentabilidade. O hidrogênio desempenhou um papel de destaque nisso. Somente no pavilhão 13, cerca de 300 empresas apresentaram seus mais recentes desenvolvimentos e aplicações na área de hidrogênio e células de combustível.

# HANNOVER MESSE 2025 CANADÁ



**123.000**  
PARTICIPANTES  
REGISTRADOS



**10.000**  
PRODUTOS  
E INOVAÇÕES



**300**  
STARTUPS



**+150**  
INSTITUTOS  
DE PESQUISA

A Hannover Messe 2025 teve como tema principal **“Industrial Transformation”** e reuniu empresas expositoras dos setores de engenharia mecânica, elétrica, digital e de energia, que apresentaram soluções para a produção e o fornecimento de energia de hoje e do futuro.

A feira destacou as últimas inovações e tendências em tecnologia industrial, com foco em temas como automação, inteligência artificial, hidrogênio e outras soluções de alta tecnologia para tornar as fábricas preparadas para o futuro.

As principais áreas de exposição em 2025 foram Manufatura Inteligente, Ecossistemas Digitais, Energia para a Indústria, Tecnologia

de Ar Comprimido e Vácuo, Peças e Soluções de Engenharia, Future Hub e Comércio e Investimento Internacional. Um programa de conferências com cerca de 1.600 palestrantes complementou a programação.

Além disso, a Hannover Messe deste ano ofereceu uma plataforma ideal para startups que procuram entrar na indústria com suas soluções. Mais de 300 empresas jovens utilizaram a feira para estabelecer contatos com representantes da indústria.

A próxima edição acontecerá em Hannover, de 20 a 24 de abril de 2026. **O Brasil será o país parceiro.**



**1.000**  
PROJETOS R&D



**4.000**  
EMPRESAS  
EXPOSITORAS



**150**  
NAÇÕES



**1.600**  
PALESTRANTES



**+300**  
DELEGAÇÕES

## PAÍS PARCEIRO

O Canadá lidera o caminho para um futuro mais promissor. Com expertise em áreas como inteligência artificial, quântica, veículos elétricos, materiais avançados, energia limpa, automação e robótica, o país desenvolve soluções que moldarão um mundo mais sustentável. Suas capacidades avançadas de fabricação e pesquisa de ponta complementam seus pontos fortes tradicionais em recursos naturais.

Na Hannover Messe 2025, o Canadá apresentou a maior delegação canadense já vista em uma feira industrial. Mais de 500 expositores e delegados canadenses, desde startups até grandes corporações, aproveitaram o acesso a empresas alemãs, europeias e internacionais para expandir

sua presença global. Além disso, inovadores, pesquisadores, acadêmicos e organizações de desenvolvimento de negócios do Canadá apresentaram talentos e soluções tecnológicas canadenses para um público global.

“O Canadá está entusiasmado em desempenhar um papel fundamental junto aos alemães e europeus, na construção de um futuro verde, digital e resiliente. Aguardamos com expectativa a continuidade da colaboração e do crescimento além das fronteiras”, declarou Stéphane Dion, Enviado Especial para a União Europeia e a Europa e Chefe da Delegação do Canadá na Hannover Messe 2025.



# BRASIL SERÁ PAÍS PARCEIRO NA HANNOVER MESSE 2026

A designação do Brasil como país parceiro destaca as ambições de um país dedicado a impulsionar a mudança industrial rumo a uma economia sustentável e a reforçar sua posição como um ator-chave mundial no campo de energias renováveis e tecnologias sustentáveis.

Segundo a Germany Trade & Invest, agência de promoção econômica internacional da

República Federal da Alemanha, o Brasil é a **maior economia da América Latina**. Com cerca de 216 milhões de habitantes, abundantes recursos agrícolas, de matérias-primas e energéticos, além de um setor industrial diversificado, o país figura entre as principais economias do mundo. O Brasil não é apenas um importante parceiro comercial, mas também um importante polo de produção para empresas alemãs.

“

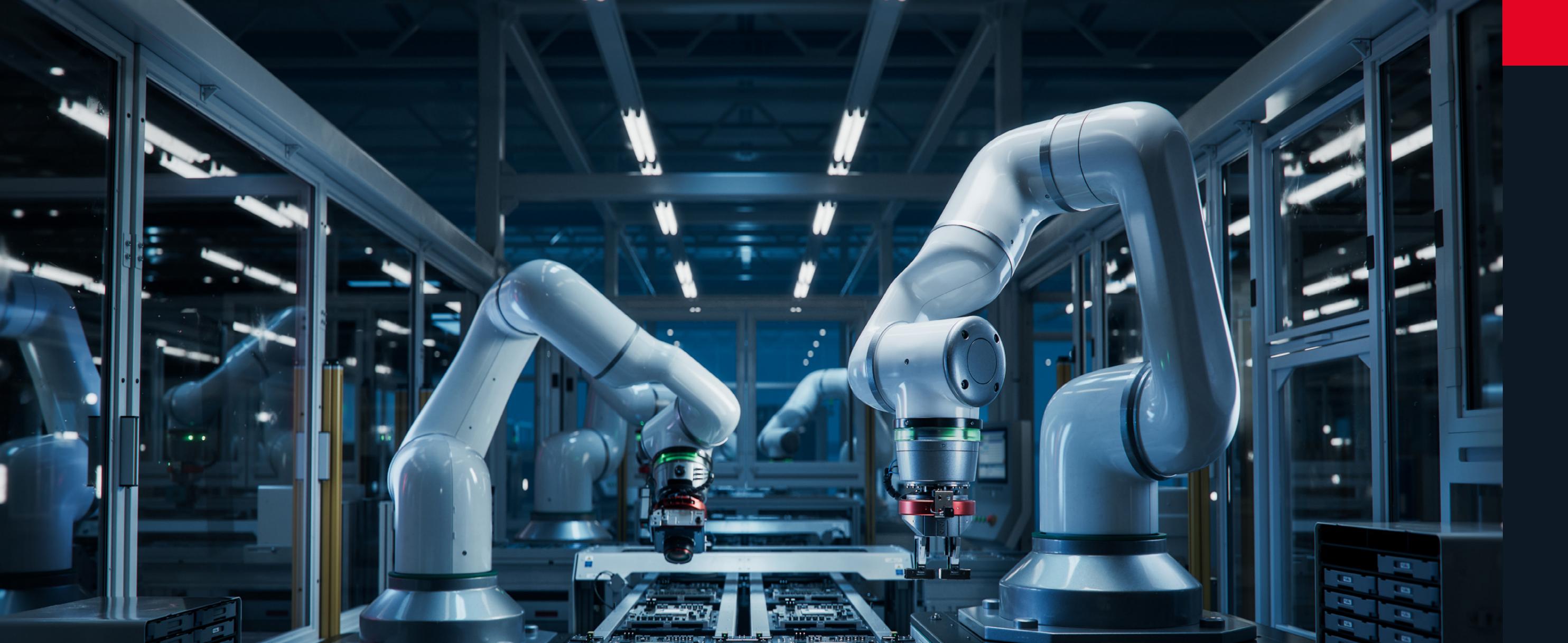
Saúdo a parceria entre o Brasil e a Deutsche Messe AG para a edição de 2026 da Hannover Messe. Como a principal feira de tecnologia industrial do mundo, a Hannover Messe proporcionará ao Brasil a oportunidade de mostrar como suas abundantes e competitivas energias renováveis promoverão uma transformação industrial sustentável, uma economia de baixo carbono e as capacidades tecnológicas de suas empresas. As capacidades complementares do Brasil e da Alemanha podem ser utilizadas para promover cadeias produtivas estratégicas para uma economia de baixas emissões”

| **Roberto Jaguaribe**  
Embaixador do Brasil na Alemanha

“

O Brasil é o país parceiro ideal para a Hannover Messe 2026, não apenas por seu papel de liderança global em tecnologias-chave, como energias renováveis e digitalização, mas também por sua significativa importância geopolítica. A colaboração estreita com o Brasil é de imensa relevância estratégica em meio às mudanças e desenvolvimentos em curso na economia global. Essa combinação torna o Brasil um parceiro indispensável para a Alemanha e a Europa no caminho para garantir um ambiente industrial sustentável e resiliente”

| **Dr. Jochen Köckler**  
CEO da Deutsche Messe AG



# SMART MANUFACTURING

Smart Manufacturing representa a integração de tecnologias digitais avançadas para tornar os processos industriais mais eficientes, conectados e sustentáveis. Essa abordagem combina automação, análise de dados e sistemas inteligentes para otimizar a produção, reduzir custos e emissões, além de aumentar a flexibilidade e a qualidade dos produtos.



# AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

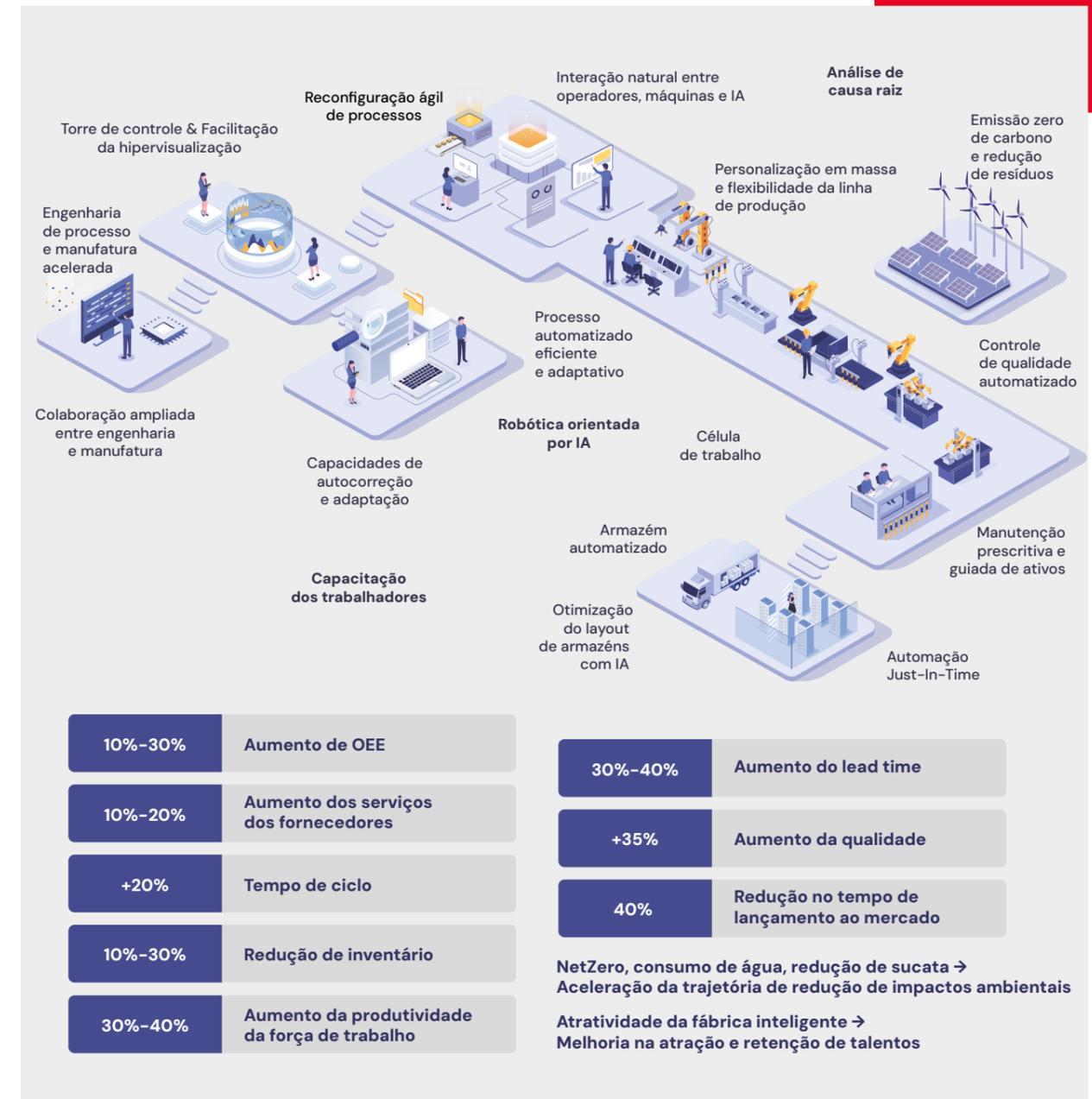
Difícilmente outra área passa por mudanças tão constantes, impulsionadas pelo poder inovador da indústria, quanto a automação de processos. A Hannover Messe reúne todos os elementos das tendências dominantes: soluções voltadas à sustentabilidade e aos desafios da transição energética integram esse cenário, assim como as propostas para redes e segurança de TI, transformação digital e o uso inteligente de big data.

## CASE 01 TRL 8 FÁBRICA INTELIGENTE E DECISÃO ADAPTATIVA EM ESCALA INDUSTRIAL

Na Hannover Messe 2025, a **Microsoft** apresentou sua visão de **Fábrica Inteligente** como a próxima etapa da digitalização industrial, destacando a convergência entre inteligência artificial, gêmeos digitais, conectividade IoT e infraestrutura digital híbrida. Essa abordagem marca a transição de uma fábrica otimizada para uma operação orien-

tada por dados, resiliente e capaz de tomar decisões adaptativas em tempo real.

A arquitetura de referência exibida no estande demonstrou como a Microsoft, em parceria com empresas como Capgemini e Rolls-Royce, integra dados operacionais e corporativos em uma plataforma unificada, conectando sistemas como ERP, PLM, CRM e sensores industriais. A proposta engloba desde o chão de fábrica até a nuvem, viabilizando aplicações em sustentabilidade, manutenção preditiva, automação guiada



por IA e planejamento colaborativo em toda a cadeia de valor.

Casos práticos revelaram os ganhos dessa transformação: aumento de produtividade, redução de inventários e *lead time*, além da aceleração do *time-to-market* em até 40%. Com suporte de copilotos industriais, gêmeos digitais e análises em tempo real, a fábrica inteligente promove não apenas eficiência operacional, mas também sustentabilidade, segurança e atração de talentos. A iniciativa posiciona a Microsoft como

uma das protagonistas na habilitação da manufatura inteligente em escala global.

A empresa também lançou agentes de IA dedicados à operação e segurança da fábrica, que automatizam tarefas e otimizam decisões em tempo real. Esses copilotos atuam sobre a estrutura da fábrica inteligente, oferecendo suporte desde a operação até a sustentabilidade.



## CASE 02 TRL 7 PRODUÇÃO AUTÔNOMA COM IA GENERATIVA

A **Siemens** demonstrou uma planta inteligente que utiliza inteligência artificial generativa para criar designs personalizados de brinquedos a partir de entradas criativas dos visitantes. A aplicação combina IA generativa com gêmeos digitais, manufatura aditiva e automação integrada, permitindo que os produtos sejam concebidos e fabricados em tempo real. O processo conecta diretamente o *input* criativo do usuário à linha de produção, eliminando etapas intermediárias e viabilizando a personalização em massa de maneira escalável.

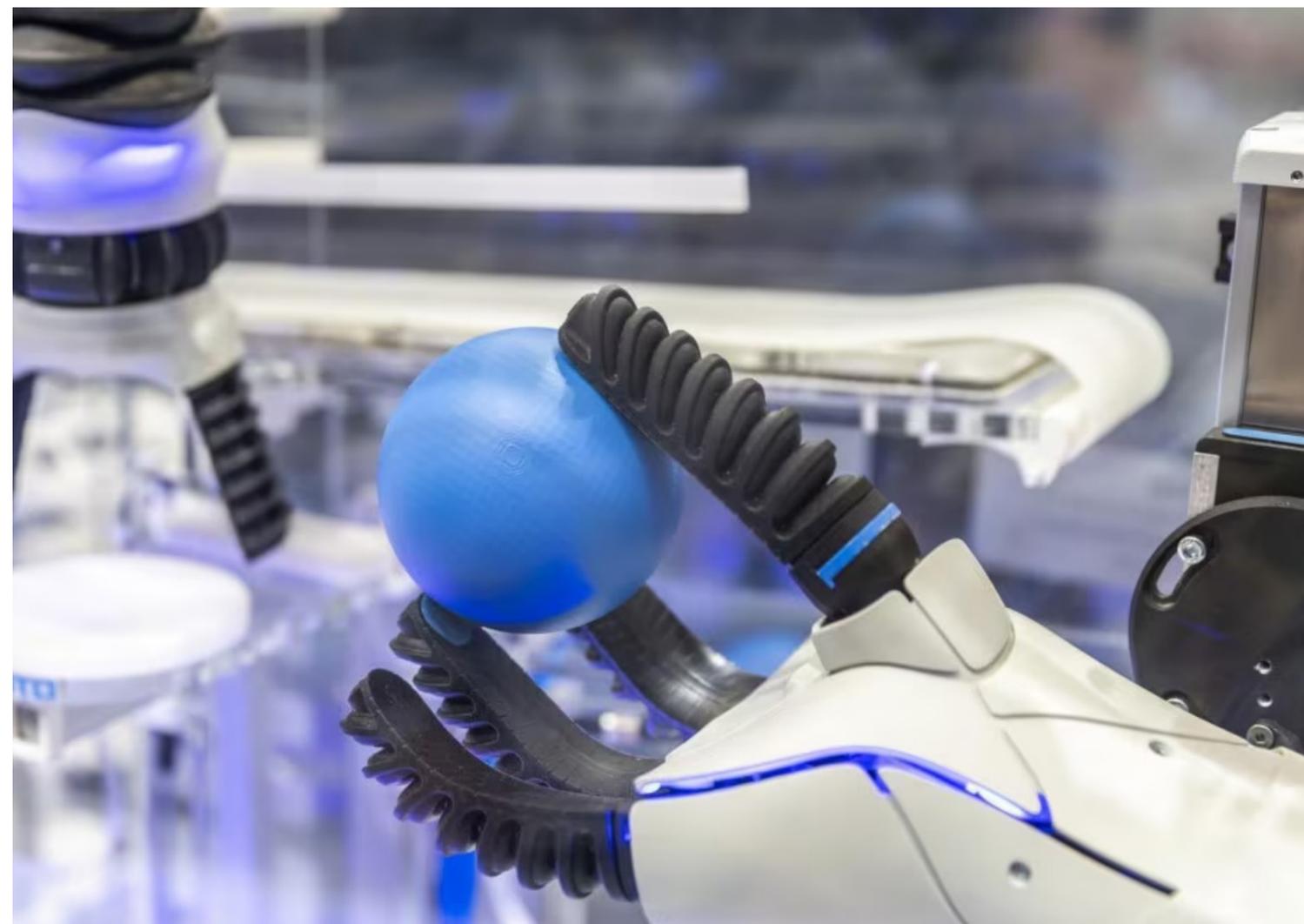
Essa demonstração faz parte da estratégia do portfólio **Siemens Xcelerator**, que promove soluções digitais interoperáveis para acelerar a transformação da manufatura. A integração da IA generativa na cadeia de valor – do design à execução – mostra como tecnologias emergentes podem ampliar a flexibilidade, eficiência e velocidade da produção industrial. Além de destacar o potencial técnico da IA, o case também evidencia novos modelos de negócio baseados em customização sob demanda, com forte apelo para setores voltados ao consumidor final.

## CASE 03 TRL 6 A “MÁQUINA INCRÍVEL” PÕE A HISTÓRIA EM MOVIMENTO

A **Festo** apresentou a “**Incredible Machine**”, uma instalação comemorativa de seus 100 anos que narra a evolução da automação industrial por meio de uma sequência de movimentos inspirada nas máquinas de Rube Goldberg. Com 14 metros de extensão e composta por 12 módulos interconectados, a máquina é ativada por uma borboleta biônica (*eMotionButterfly*), simbolizando como pequenos impulsos podem desencadear grandes transformações industriais.

A instalação incorpora mais de mil produtos da Festo, incluindo soluções pneumáticas, elétricas e digitais, demonstrando aplicações em setores como produção de baterias, automação laboratorial, intralogística e indústria de semicondutores. Embora não produza um item específico, a “*Incredible Machine*” destaca a trajetória da empresa e sua contribuição para a automação ao longo do século.

Além de celebrar o passado, a Festo utiliza a máquina para projetar o futuro da automação, enfatizando a importância da conectividade e da inovação contínua. A exposição reforça o compromisso da empresa em oferecer soluções integradas e sustentáveis, alinhadas às demandas da indústria moderna.

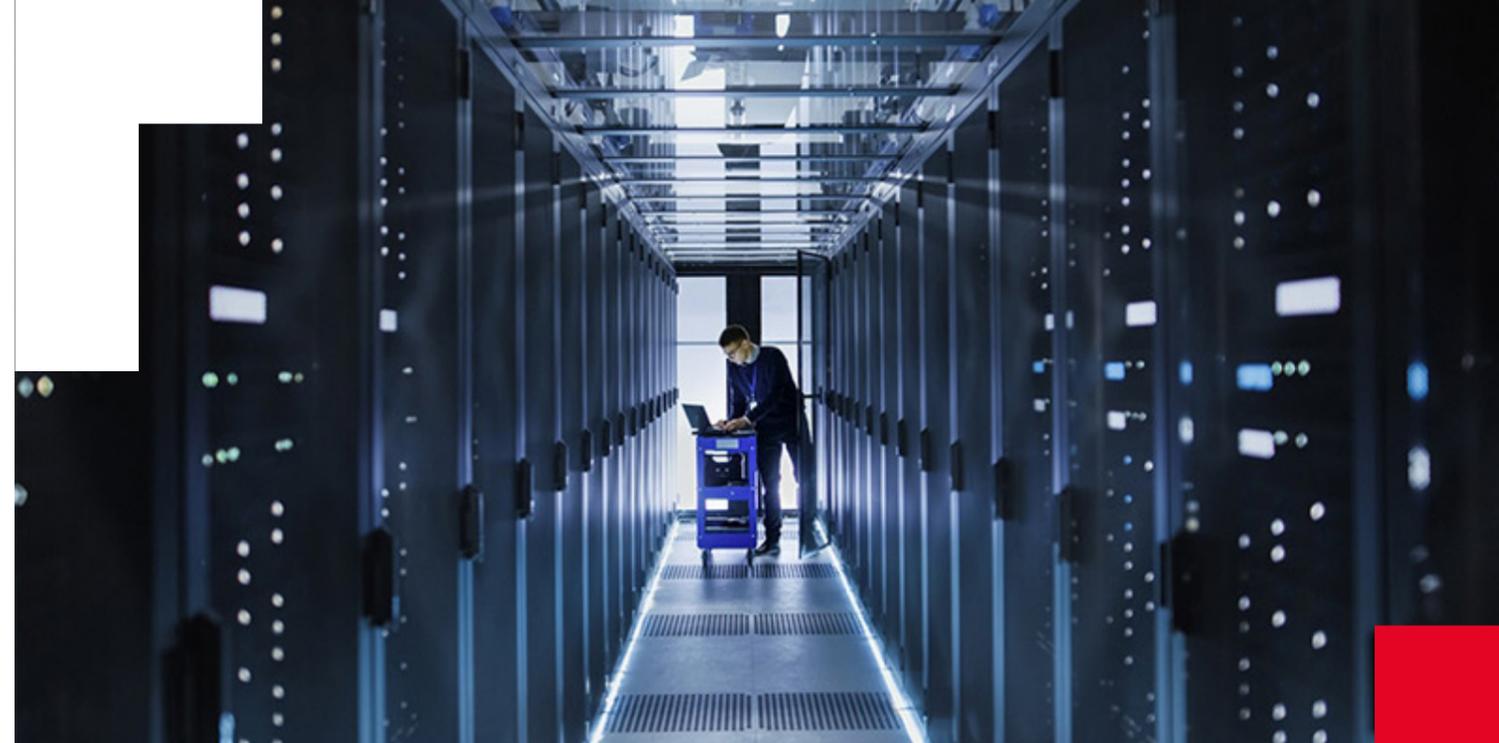


## CASE 04 TRL 9 CORTE A LASER ACESSÍVEL PARA PRODUÇÃO DE BAIXO VOLUME

A **TRUMPF** apresentou a *TruLaser Series 1000 Lean Edition*, uma máquina de corte a laser voltada para empresas com baixos volumes de produção que buscam qualidade industrial com menor custo de investimento. A nova edição mantém o padrão de precisão da TRUMPF, mas com um conjunto de funções simplificado, adequado para usuários que não utilizam a capacidade total de modelos convencionais. O

equipamento permite que pequenas empresas internalizem a produção de peças metálicas, ganhando flexibilidade e independência.

Diferenciando-se dos modelos de entrada do mercado, a *Lean Edition* incorpora recursos inteligentes, como monitoramento online do vidro de proteção e o “Guia de Corte”, que orienta operadores na resolução de falhas. Além disso, os usuários continuam a contar com o suporte técnico da TRUMPF, o que fortalece o compromisso da empresa em oferecer soluções acessíveis sem renunciar a robustez e confiabilidade.



## CASE 05 TRL 8 REALIDADE AUMENTADA PARA OPERAÇÕES INDUSTRIAIS

A **Schneider Electric** apresentou o *EcoStruxure™ XR Operator Advisor*, uma solução de realidade estendida que integra realidade aumentada (RA), virtual (RV) e mista (RM) para otimizar a manutenção, supervisão e operação industrial. A ferramenta permite que operadores acessem dados operacionais em tempo real diretamente sobre os equipamentos físicos, usando tablets industriais ou *smart glasses*. A interface sobrepõe parâmetros, alertas, manuais e instruções passo a passo por

meio de reconhecimento via QR Code, NFC ou visão computacional.

Integrado à arquitetura *EcoStruxure* e à plataforma AVEVA, o sistema se conecta a fontes como sensores IoT, SCADA e EAM, exibindo KPIs e análises por meio do *AVEVA Insight*. Entre os principais ganhos estão a redução do tempo médio de reparo (MTTR), o aumento da taxa de resolução na primeira visita, maior segurança operacional e eficiência em treinamentos técnicos. Ao aproximar ativos físicos de seus gêmeos digitais, a solução fortalece a conectividade e a resiliência das operações, promovendo ganhos tangíveis em produtividade e sustentabilidade.

## CASE 06 TRL 7 USO DE ACÚSTICA NO CONTROLE PREDITIVO NA PASTEURIZAÇÃO DE LATICÍNIOS

A **Schneider Electric** apresentou uma solução que utiliza sensores acústicos industriais para aplicação em sistemas de controle preditivo, com destaque para sua implementação em linhas de pasteurização da indústria de laticínios. A proposta baseia-se no uso de microfones de alta sensibilidade (acima de 100 dB SPL com faixa de frequência entre 20 Hz e 20 kHz) posicionados em pontos estratégicos do processo, como válvulas de controle, tubulações de fluxo e bombas centrífugas.

Os sinais captados são convertidos em espectros de frequência por algoritmos de processamento digital de sinais (DSP), como transformadas de *Fourier* (FFT) e *wavelet*. Esses espectros são interpretados por redes neurais convolucionais (CNNs) previamente treinadas com padrões acústicos de operação normal e condições de falha (por exemplo, cavitação, vazamentos, entupimentos e folgas mecânicas).

Com base nessa análise em tempo real, o sistema é capaz de emitir alertas de degradação de desempenho ou de risco de falha iminente. Essa abordagem permite intervenções de manutenção preditiva com alta precisão, reduzindo em mais de 30% os tempos de parada não planejados e até 20% os custos com manutenção corretiva.

A aplicação da acústica como sensor virtual complementa os sensores tradicionais de temperatura e pressão, oferecendo um diagnóstico adicional não invasivo, de baixo custo de instalação e aplicável em sistemas legados. Além disso, contribui significativamente para a sustentabilidade do processo produtivo, ao evitar desperdícios de leite e consumo energético excessivo decorrente de falhas operacionais silenciosas. Trata-se de um exemplo de como a fusão entre *machine learning* e fenômenos físicos pode transformar a eficiência industrial em ambientes sensíveis como a indústria alimentícia.



# ROBÓTICA

A robótica é uma das áreas mais fascinantes da Hannover Messe, sempre combinando engenharia mecânica e elétrica com ciência da computação para abrir novos horizontes por meio da tecnologia. Com o despertar da inteligência artificial, estamos vivenciando a robótica de uma maneira nova e desafiadora.

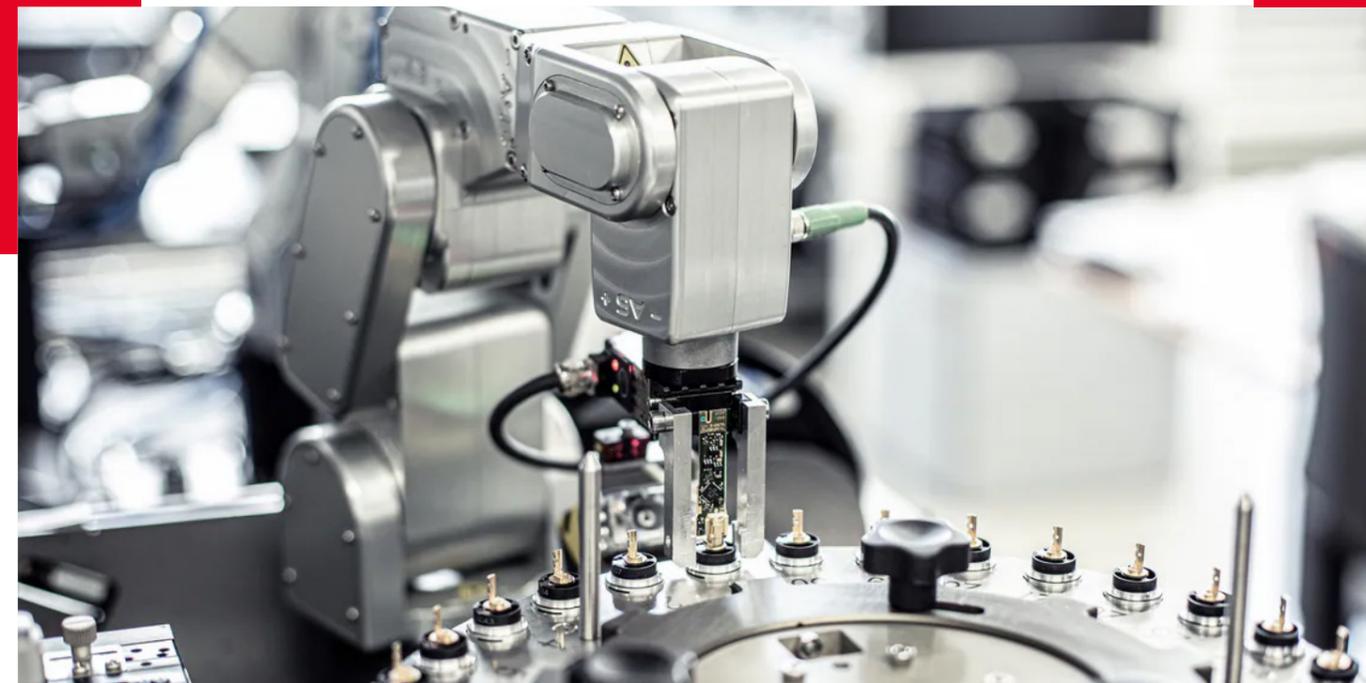
Que oportunidades surgem da colaboração entre humanos e robôs? Como a ética das máquinas está sendo moldada? As respostas foram exploradas em Hannover – abrangendo robôs de serviço, pesquisa, industriais e até nanorrobôs.

## CASE 07 TRL 6 INTERFACES POR GESTO PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A **SEW-EURODRIVE** apresentou soluções que utilizam controle por gestos para otimizar a interação homem-máquina em ambientes industriais. Foram demonstrados AGVs (Veículos Guiados Automaticamente) operados por reconhecimento de movimentos das mãos, dentro de áreas seguras delimitadas por scanners a laser, ampliando a ergonomia e a segurança nas operações logísticas. Em paralelo, drones controlados por gestos foram utilizados para

simular inspeções industriais em locais de difícil acesso, reforçando aplicações em armazéns automatizados.

Também foi exposto um assistente logístico autônomo para ambientes externos, equipado com radar, câmeras térmicas e sensores ultrassônicos, capaz de adaptar sua operação conforme o movimento de pessoas no entorno. As soluções, desenvolvidas em parceria com universidades como a Universidade de Toronto, evidenciam a aposta da SEW na inovação incremental aplicada, com alta aderência para operações logísticas e ambientes fabris desafiadores.



## CASE 08 TRL 9 ROBÔ INDUSTRIAL COMPACTO E DE ALTA PRECISÃO

A **Mecademic** apresentou o *Meca500*, um braço robótico industrial ultracompacto de seis eixos, com alcance de 330 mm, payload de 500 g e repetibilidade de 5 µm, indicado para aplicações que exigem extrema precisão em espaços reduzidos. Diferente dos robôs convencionais, o *Meca500* atua como um componente *plug-and-work*, operando como subordinado em sistemas

de automação, o que simplifica sua integração com qualquer CLP ou computador, sem necessidade de software dedicado ou treinamento avançado.

O robô é compatível com protocolos como Ethernet/IP, Profinet e pode ser programado em linguagens como C++ ou Python. Com estrutura em alumínio usinado e engrenagens sem folga, destaca-se pela facilidade de montagem em qualquer orientação e compensação automática de gravidade, oferecendo flexibilidade e precisão para linhas de produção avançadas.

## CASE 09 TRL 6-7 AUTOMAÇÃO ROBÓTICA COM COMANDOS EM LINGUAGEM NATURAL

No estande da **Siemens** foi apresentada uma aplicação de Processamento de Linguagem Natural (PLN) integrada à automação robótica. A demonstração mostrava um processo de montagem personalizável, no qual o operador descrevia verbalmen-

te, em linguagem natural, as especificações desejadas para o produto a ser montado. O sistema, utilizando técnicas avançadas de PLN, convertia automaticamente as instruções em código de comandos compreensíveis pelos robôs industriais.

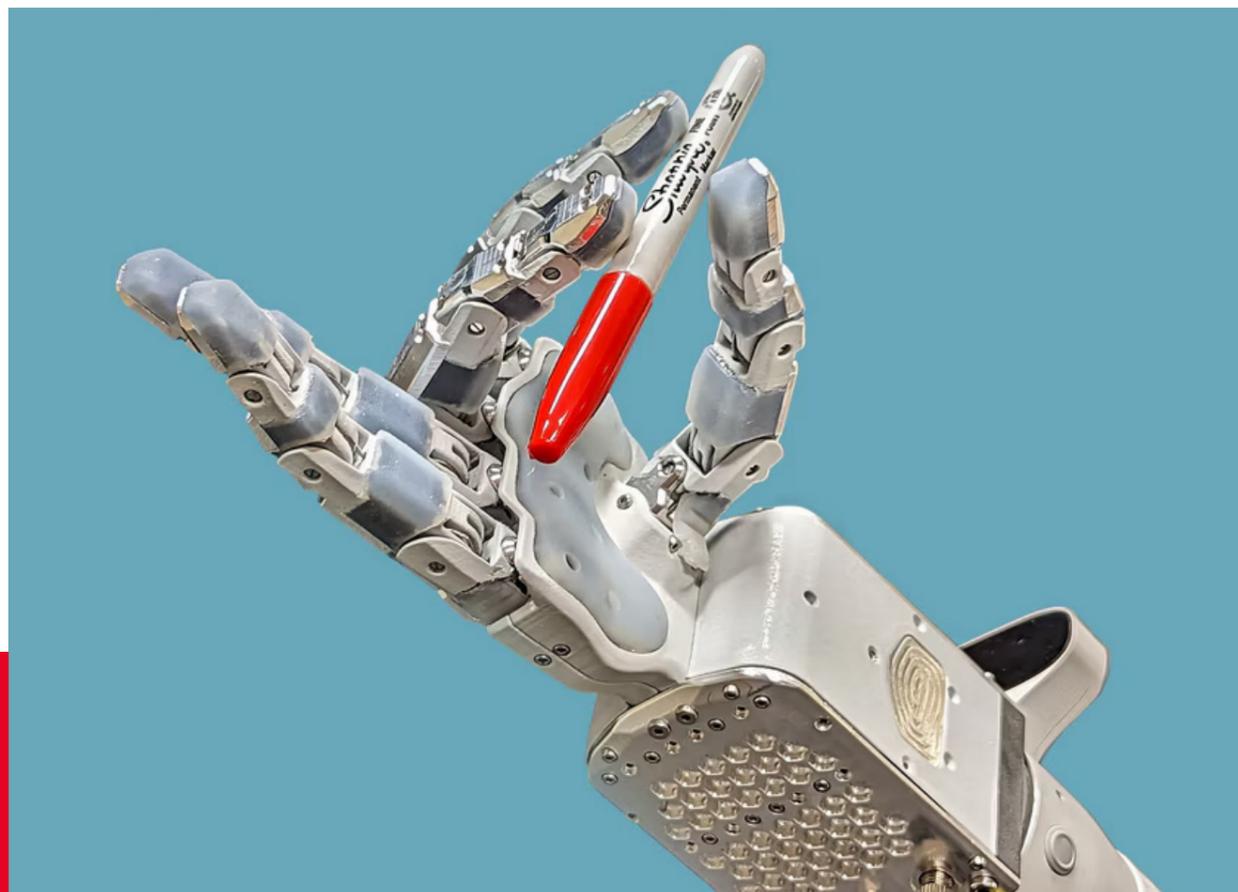
O comando de uma aplicação industrial através da voz, como demonstrado pela Siemens, representa uma inovação no campo da automação industrial. A perspectiva é que, no futuro, plantas industriais

inteiras possam ser operadas através de comandos de voz, eliminando a dependência de interfaces tradicionais como mouse e teclado. Sistemas inteligentes integrados interpretarão a linguagem natural e a converterão automaticamente em comandos operacionais para robôs, máquinas e processos. Com o avanço de tecnologias imersivas, como óculos de realidade virtual ou aumentada, operadores poderão visualizar o ambiente de produção em 3D e interagir com as máquinas utilizando comandos verbais, criando um patamar de flexibilidade, eficiência e intuitividade na gestão de plantas industriais.

Entre os principais benefícios observados estão a possibilidade de operar robôs por meio de comandos de voz ou textos em linguagem natural, simplificando a interação entre humanos e máquinas. Essa abordagem reduz significativamente o tempo necessário para configurar tarefas robóticas, tornando o processo mais ágil e responsivo. Além disso, amplia a flexibilidade operacional, especialmente em linhas de produção voltadas à personalização de produtos. Por fim, a solução contribui para a democratização da robótica industrial, permitindo que operadores com pouca ou nenhuma experiência em programação possam configurar e controlar sistemas com facilidade.

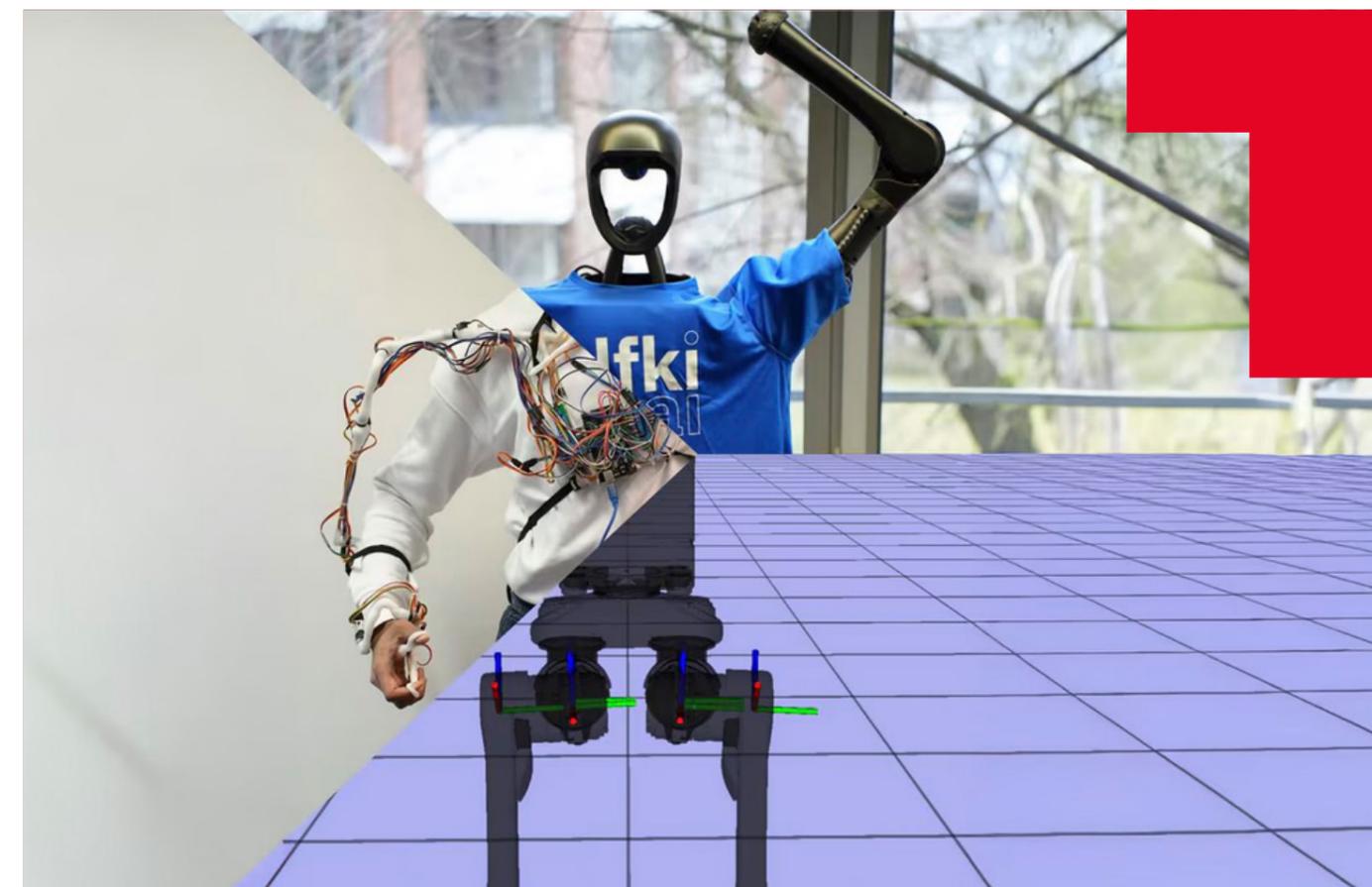
## CASE 10 TRL 7 GARRA ROBÓTICA COM DESTREZA HUMANA

A **Artus Live** apresentou a *Artus Lite*, uma garra robótica com anatomia inspirada na mão humana, projetada para tarefas industriais que exigem manipulação precisa



em ambientes complexos. Com 20 articulações, 1 kg de peso e capacidade de carga de 5 kg, a solução oferece preensão robusta, feedback de força em tempo real e integração *plug-and-play* com os principais braços robóticos do mercado. Aplicável em setores como montagem de preci-

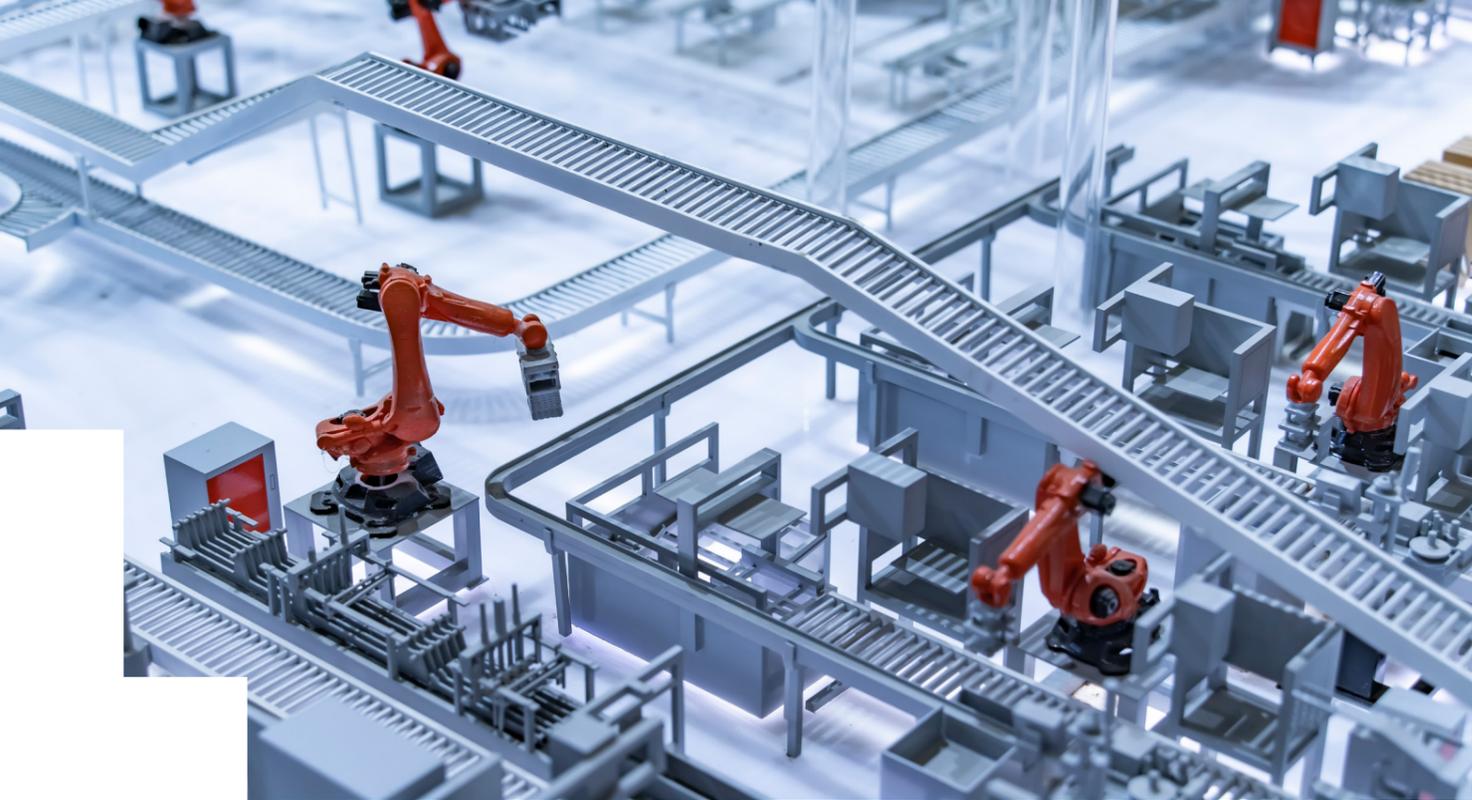
são, logística, teleoperações, laboratórios e robótica humanoide, a *Artus Lite* alia flexibilidade, inteligência artificial embarcada e baixo custo relativo, viabilizando a automação de tarefas repetitivas, perigosas e não estruturadas com destreza quase humana.



## CASE 11 TRL 3-4 SYSTEMS AI FOR ROBOT LEARNING: RUMO A ROBÔS AUTÔNOMOS

O departamento **SAIROL**, do centro de pesquisa alemão **DFKI**, apresentou avanços em algoritmos de controle baseados em aprendizado para robôs humanoides. A proposta foca no desenvolvimento de sistemas capazes de aprender movimentos corporais e manipulação de objetos de forma autônoma, sem programação ex-

plicita. Utilizando simulações digitais para treinar redes neurais e controle preditivo, os robôs ganham capacidade de adaptar força, postura e interação em ambientes dinâmicos. Na feira, um robô humanoide foi controlado remotamente via exoesqueleto e realidade virtual, enquanto uma simulação paralela alimentava o sistema com dados para futuros treinamentos. A pesquisa é financiada pelo Ministério de Educação e Pesquisa de Hesse e visa viabilizar robôs autônomos seguros em contato direto com humanos.



## AUTOMAÇÃO E TECNOLOGIA DE SENSORES

A tecnologia de automação é o elemento central da transformação digital. Ela caminha lado a lado com demandas crescentes por precisão, eficiência e transparência em todos os dados e informações que podem influenciar os processos produtivos e de negócios.

### CASE 12 TRL 8 gPROMS E GÊMEOS DIGITAIS EM NÍVEL MOLECULAR

A **Siemens** destacou o *gPROMS*, uma plataforma avançada de modelagem para criação de gêmeos digitais de processos industriais em nível molecular. Voltado especialmente para os setores químico, farmacêutico e de materiais avançados, o *gPROMS* utiliza modelagem baseada em princípios físico-químicos para simular fenômenos complexos como reações químicas, transferência de massa, calor e dinâmica de fluidos. A solução permite re-

presentar matematicamente os processos, validá-los com dados experimentais e otimizá-los continuamente.

A plataforma atua desde a construção e calibração do modelo, passando por simulações dinâmicas e estacionárias, até a integração com sistemas de controle da planta, como PLCs e DCSs. Além disso, incorpora ferramentas de análise de sensibilidade, gestão de incertezas e otimização de condições operacionais, viabilizando ganhos de rendimento, segurança e eficiência.

O *gPROMS* é amplamente aplicável em projetos de síntese química, desenvolvimento

de novos compostos e otimização de processos industriais existentes. Ao permitir simulações em tempo real e estratégias de otimização contínua, a plataforma acele-

ra o desenvolvimento de produtos, reduz custos operacionais e promove sustentabilidade industrial por meio da redução do consumo de energia e matérias-primas.

### CASE 13 TRL 9 STAR-CCM+ PARA SIMULAÇÃO MULTIFÍSICA E OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS

A **Siemens** apresentou a plataforma *STAR-CCM+*, uma solução de simulação multifísica especializada em Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD), desenvolvida para modelar com precisão o comportamento de fluidos, trocas térmicas, reações químicas e interações fluido-estrutura em sistemas industriais complexos. A ferramenta permite criar representações tridimensionais detalhadas de equipamentos e processos, oferecendo suporte completo desde o design até a otimização de projetos.

O processo envolve a modelagem da geometria, geração de malhas adaptativas e definição dos fenômenos físicos envolvidos, como turbulência e transferência de calor. As simulações possibilitam analisar escoamentos internos e externos, avaliar desempenho

térmico e estrutural e aplicar algoritmos de otimização baseados em inteligência artificial para ajustes precisos de projeto.

O *STAR-CCM+* é amplamente utilizado em setores como automotivo, aeroespacial, energia e indústria de processos, apoiando o desenvolvimento de veículos aerodinamicamente eficientes, sistemas de propulsão, turbinas, reatores e equipamentos térmicos. Sua principal vantagem está na capacidade de prever o comportamento real de sistemas operando em diferentes condições, reduzindo a dependência de protótipos físicos e acelerando o ciclo de desenvolvimento.

Diferenciando-se do *gPROMS* – que foca na modelagem matemática de processos em nível molecular – o *STAR-CCM+* destaca-se pela visualização espacial detalhada e pela integração com ambientes CAE e CAD. Com isso, contribui significativamente para a entrega mais rápida de produtos otimizados, com menor custo de teste e maior confiabilidade operacional.



## CASE 14 TRL 6 INDUSTRIAL DIGITAL TWIN ASSOCIATION EV (IDTA)

A **Industrial Digital Twin Association eV (IDTA)** foi fundada em setembro de 2020 por iniciativa da **Plattform Industrie 4.0** e de 23 organizações dos setores elétrico e digital, engenharia mecânica, software e usuários finais.

A IDTA é o primeiro ponto de contato para o *Digital Twin* padronizado e oferece a todas

as organizações industriais uma plataforma de participação. O objetivo é estabelecer o *Digital Twin* para componentes, máquinas, instalações e fábricas inteiras como uma tecnologia de código aberto e desenvolvê-lo ainda mais em conjunto com a indústria.

A tecnologia central para a implementação é o *Asset Administration Shell (AAS)*, que permite acesso rápido e fácil aos dados ao longo de todo o ciclo de vida, graças à estrutura, interfaces e semântica de software padronizadas, utilizando os mecanismos de segurança atuais.



## CASE 15 TRL 9 SENSORES INTELIGENTES PARA AR COMPRIMIDO E GASES INDUSTRIAIS

A **SUTO iTEC** apresentou seu portfólio de soluções de monitoramento e medição de alta precisão para ar comprimido e gases industriais como nitrogênio e oxigênio. Com foco em eficiência energética, qualidade do ar e integração digital, a empresa alemã destacou-se pelo nível de especialização e aplicabilidade prática de seus sensores em ambientes industriais diversos.

Entre os destaques, estão os sensores de vazão térmicos tipo inserção e *in-line*, com *data logger* integrado, capazes de medir pressão e consumo diretamente nos

pontos de uso. Equipamentos específicos permitem avaliar a eficiência de sistemas de compressores ao relacionar consumo de energia com a vazão de ar comprimido ( $\text{kW}/\text{Nm}^3$ ), fornecendo dados estratégicos para otimização energética.

A empresa também demonstrou sensores ultrassônicos para líquidos com compensação térmica, sensores reflexivos com detecção bidirecional (projetados para reduzir o desgaste por partículas) e sensores com certificação ATEX para áreas classificadas. Ferramentas de detecção de vazamentos com sensores auditivos e visuais, câmeras e geração automática de relatórios também chamaram atenção, assim como os medidores de ponto de orvalho e qualidade do ar (S600/S601), com suporte para auditorias e relatórios em PDF.



# 5G E REDES INDUSTRIAIS

A transformação digital na indústria demanda uma integração eficiente e segura entre os diversos níveis operacionais e gerenciais, processo conhecido como integração horizontal e vertical, além de ser uma tecnologia habilitadora para a Indústria 4.0.

Na Hannover Messe 2025, diversas tecnologias e demonstrações práticas destacaram essa convergência, reforçando também a importância estratégica das associações de fabricantes, como a *OPC Foundation*, *IO-Link Community*, *AS-International Association* e *PROFIBUS & PROFINET International*. Essas associações desempenham papel fundamental, estabelecendo regulamentações, critérios para a inclusão de novos produtos e processos de homologação técnica, promovendo a padronização, a segurança e a interoperabilidade no ambiente industrial.



## CASE 16 TRL 8-9

### INTEGRAÇÃO INDUSTRIAL SEGURA E INTEROPERÁVEL COM OPC UA

Na feira, o protocolo OPC UA (*Open Platform Communications Unified Architecture*) foi amplamente destacado como padrão de comunicação para integração vertical entre equipamentos industriais, sistemas de borda e plataformas em nuvem. Desenvolvido pela **OPC Foundation**, o protocolo oferece uma arquitetura aberta e independente de fornecedor, permitindo que dispositivos de diferentes fabricantes troquem dados de forma segura, escalável e interoperável em ambientes industriais complexos.

A adoção do OPC UA por grandes players como Siemens, Beckhoff, Honeywell e Phoenix Contact reforça seu papel central na infraestrutura da Indústria 4.0. Além da integração de equipamentos

em tempo real, a tecnologia se destaca pela compatibilidade com *Time-Sensitive Networking* (TSN), viabilizando comunicação determinística sobre redes Ethernet padronizadas. Também oferece robustez em segurança da informação, com suporte à autenticação, criptografia, assinatura digital e capacidades avançadas de modelagem de dados.

Na *OPC Foundation Field Conference*, a **Unified Automation** apresentou demonstrações de integração do OPC UA FX com redes 5G privadas e TSN, ilustrando seu potencial para aplicações industriais emergentes. Ao centralizar a comunicação industrial em um único protocolo padronizado, o OPC UA facilita a convergência entre o chão de fábrica e a computação em nuvem, oferecendo interoperabilidade, confiabilidade e flexibilidade na automação de próxima geração.

## CASE 17 TRL 9

### SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE ALTA PRECISÃO

A **Beckhoff** demonstrou um sistema de automação de alta precisão utilizando o protocolo EtherCAT, capaz de atingir tempos de ciclo inferiores a 100 µs e

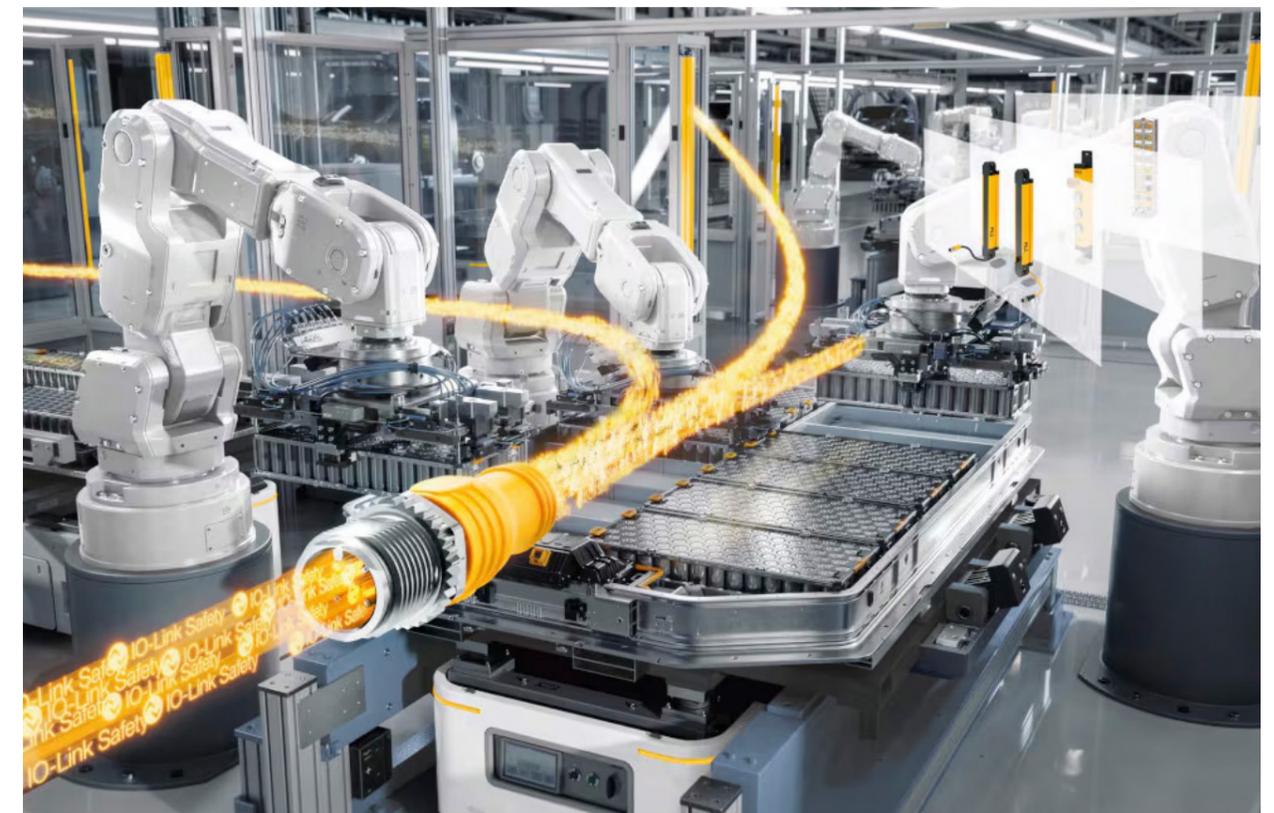
sincronização distribuída para controle de robôs e eixos múltiplos. A integração com sensores inteligentes IO-Link permitiu parametrização dinâmica dos dispositivos de campo e coleta de dados de diagnóstico em tempo real, otimizando manutenção preditiva e eficiência operacional.

## CASE 18 TRL 7-8

### IO-LINK SAFETY NA CADEIA DE HIDROGÊNIO

A **Pilz** apresentou suas soluções de automação voltadas para *Functional Safety* e *Industrial Security* na cadeia de valor do hidrogênio, desde a produção em eletrolisadores até o abastecimento em postos de hidrogênio. Utilizando IO-

*Link Safety*, a empresa demonstrou o monitoramento seguro e eficiente de processos críticos, reforçando a importância de tecnologias padronizadas e robustas para a expansão de setores estratégicos como o de energias renováveis. Beckhoff demonstrou controle de movimento de alta precisão com sensores inteligentes IO-Link integrados, fornecendo diagnóstico e parametrização em tempo real.



## CASE 19 TRL 8

### FIBRA ÓPTICA EM REDES ASI-5

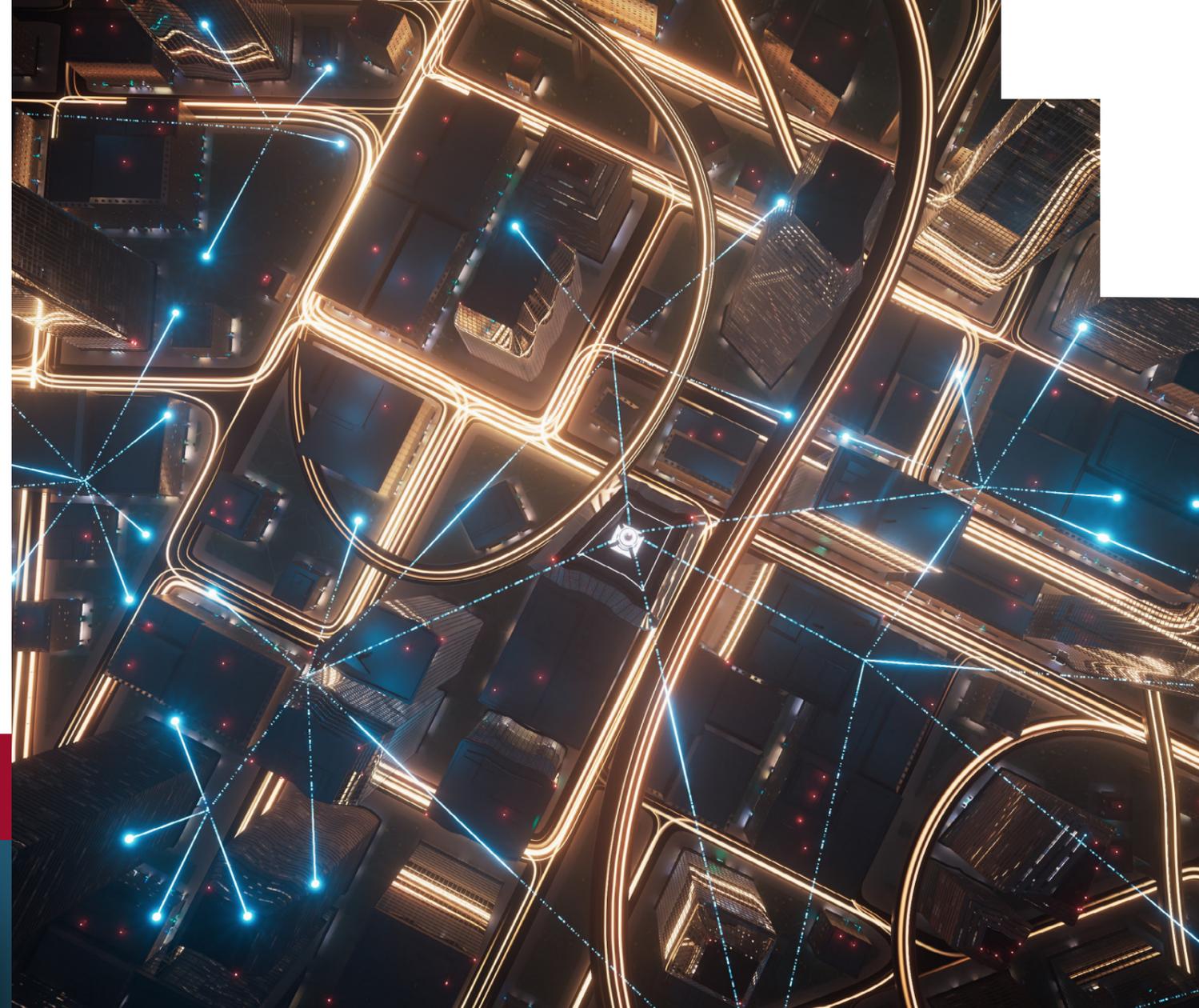
A **IFM electronic** demonstrou o uso do repetidor de fibra óptica AC3227 para extensão de redes ASI-5, possibilitando comunicação em ambientes altamente ruidosos ou com grandes distâncias. O AC3227 proporciona isolamento elétrico

completo entre segmentos e suporta transmissão de dados ASI-5 em fibras ópticas padrão industrial, assegurando alta integridade e proteção contra descargas atmosféricas. Beckhoff demonstrou controle de movimento de alta precisão com sensores inteligentes IO-Link integrados, fornecendo diagnóstico e parametrização em tempo real.

## CASE 20 TRL 5-6 O PAPEL DA 5G ALLIANCE FOR CONNECTED INDUSTRIES AND AUTOMATION – 5G-ACIA

Entre os destaques institucionais da Hannover Messe, destaca-se o papel da **5G-ACIA** (*5G Alliance for Connected Industries and Automation*), uma iniciativa global liderada por grandes players da indústria e das telecomunicações. A organização atua estrategicamente para garantir que as necessidades do setor industrial sejam contempladas no desenvolvimento dos padrões e ecossistemas do 5G. Entre seus membros, destacam-se Siemens, Ericsson, Nokia, Bosch, Huawei, Fraunhofer e o próprio IFAK (*Institut für Automation und Kommunikation*).

Na Hannover Messe 2025, a 5G-ACIA contribuiu para as discussões técnicas, coordenando apresentações e demonstrações práticas. Um dos destaques foi a “*Demo Wall 2.0*”, que exibiu roteadores industriais 5G, módulos de comunicação de barramento de campo sobre 5G e soluções de segurança, ilustrando a diversidade de dispositivos prontos para aplicações industriais. A organização também promoveu o *testbed* (plataforma utilizada para testar, experimentar e validar produtos, serviços e tecnologias, especialmente em ambientes de desenvolvimento e inovação) “*TSN over 5G*”, demonstrando casos de controle remoto e monitoramento de processos via 5G, conectando estandes como o da 5G-ACIA e da OPC Foundation através de uma rede privada 5G integrada com TSN e OPC UA FX.



## CASE 21 TRL 6-7 CONTROLE INDUSTRIAL EM TEMPO REAL COM 5G, TSN E OPC UA

Outro protagonista foi o **IFAK Institut für Automation und Kommunikation**, que se destacou por suas pesquisas práticas sobre a integração do 5G com TSN e OPC UA. O IFAK apresentou resultados demonstrando latências inferiores a 1 ms em aplicações industriais utilizando redes privadas 5G.

Também foi destaque a demonstração conduzida pelo Dr. Gustavo Cainelli no estande da **OPC Foundation**, onde uma grua industrial foi controlada em tempo real utilizando uma rede privada 5G integrada a protocolos OPC UA e TSN. A solução implementava uma arquitetura baseada em comunicação determinística, combinando agendamento de tráfego TSN, baixa latência e fatiamento de QoS proporcionados pelo 5G, garantindo precisão no posicionamento e resposta imediata aos comandos de controle.

The background features a glowing digital globe with binary code (0s and 1s) and curved lines in blue, orange, and red, suggesting a global digital network.

# ECOSSISTEMAS DIGITAIS

*Digital Ecosystems* envolvem a integração de tecnologias digitais como plataformas, computação em nuvem e manufatura aditiva para conectar sistemas, dados e processos de forma inteligente. Esses ecossistemas impulsionam a inovação, aumentam a eficiência e permitem modelos de negócios mais colaborativos, escaláveis e sustentáveis.



## DIGITAL PLATFORMS

A flexibilidade é a base da produção industrial eficiente. Empresas que desejam trabalhar com lotes unitários dependem de um ambiente onde um alto grau de individualização possa ser combinado com escalabilidade facilitada. Plataformas digitais voltadas a soluções modulares e orientadas por dados, que substituem produtos altamente integrados, oferecem as melhores condições para isso. Proteger dados, aproveitar efeitos de rede e reduzir custos de transação - tudo isso é viabilizado por meio das plataformas digitais.

### CASE 22 TRL 7-8 INDUSTRIAL COPILOT COM IA GENERATIVA PARA TODA A CADEIA DE VALOR

Vencedor do Prêmio Hermes 2025 na Hannover Messe, o **Siemens Industrial Copilot** é uma solução baseada em IA generativa, desenvolvida para auxiliar profissionais ao longo de toda a cadeia de valor industrial - do design à manutenção. A tecnologia permite que engenheiros, por exemplo, programem controladores lógicos (PLCs) utilizando linguagem natural, reduzindo tempo, esforço e margem de erro. A solução também automatiza documentação, controle de quali-

dade e tarefas repetitivas, ampliando a produtividade de profissionais com diferentes níveis de experiência.

Além da inovação técnica, o *Copilot* representa uma mudança no modelo de negócio da Siemens, ao ser ofertado como serviço digital (AI as a Service), com versões em nuvem e locais, adaptáveis a diferentes contextos industriais. A solução é fruto de parcerias com Microsoft, AWS e NVIDIA, e está sendo aplicada não apenas em fábricas, mas também nos setores de saúde, energia, infraestrutura e logística. O *Copilot* consolida a visão da Siemens de uma indústria orientada por dados e inteligência embarcada, impulsionando a servitização como novo padrão de oferta industrial.



### CASE 23 TRL 6-7 DATA CENTERS

A **Schneider Electric** apresentou o *Data4Industry-X*, uma plataforma de troca de dados industriais confiável e segura, desenvolvida em parceria com empresas como Dawex, Valeo, CEA e Prosyst. A iniciativa visa melhorar a competitividade e reduzir a pegada de carbono de organizações industriais globais, permitindo a inovação e operação de serviços em dados distribuídos entre diferentes fábricas e países, mantendo o controle sobre os dados produzidos local e internacionalmente.

A plataforma *Data4Industry-X* é projetada para ser compatível com os padrões da Gaia-X, garantindo conformidade com as novas regulamentações europeias de

dados, como o *Data Act*. Ela aborda o desafio da troca de dados na manufatura descentralizada, melhorando a eficiência e produtividade, acelerando a inovação orientada por dados, impulsionando a competitividade e minimizando a pegada de carbono.

Além disso, a Schneider Electric demonstrou como suas soluções de automação definidas por software e inteligência artificial estão moldando o futuro da indústria. Com foco na automação aberta e baseada em software, a empresa destacou como suas tecnologias estão conectando ecossistemas para melhorar resultados no dia a dia, apresentando essas inovações em um campus de manufatura circular no setor de alimentos e bebidas.

### CASE 24 TRL 7 REDE DE DADOS COLABORATIVA

O **Catena-X** consolidou-se como a principal rede de dados colaborativa para a indústria automotiva europeia. A iniciativa, que visa estabelecer uma infraestrutura de dados aberta e interoperável, apresentou novos recursos voltados à rastreabilidade, sustentabilidade e gestão integrada da cadeia de suprimentos.

Entre os principais avanços estão as soluções de gestão da qualidade, capazes de identificar anomalias e antecipar potenciais *recalls*, como demonstrado pela BMW com o uso de dashboards dinâmicos baseados em dados compartilhados. O sistema permite que fabricantes e fornecedores visualizem desvios de padrão ao longo de todo o ciclo produtivo, promovendo ações corretivas proativas.

Outro destaque foi a padronização das metodologias de cálculo de pegada de carbono, com foco na criação do DPP (*Digital Product Passport*). Essa ferramenta, também chamada de *Ecopass*, garante que informações ambientais dos produtos acompanhem os componentes ao longo de sua jornada industrial, fortalecendo os compromissos de ESG e compliance regulatório.

Além disso, o Catena-X introduziu funcionalidades para a gestão de demanda e capacidade produtiva, utilizando uma visão integrada e em tempo real de toda a

cadeia de valor. A solução viabiliza ajustes dinâmicos na produção, contribuindo para a redução de desperdícios, gargalos e custos logísticos.

Com apoio de parceiros como a SAP, Siemens, BMW e diversas montadoras e fornecedores europeus, o Catena-X se consolida como uma base essencial para a manufatura conectada e sustentável do futuro. A iniciativa também estabelece um modelo de governança de dados baseado em confiança e reciprocidade, tornando-se referência para outros setores além do automotivo.

## CASE 25 TRL 8 ESCALANDO A MANUFATURA CIRCULAR

Na esteira da economia circular, a **SAP** destacou os caminhos para uma solução escalável e eficiente, apontando que o momento atual reúne condições ideais para acelerar essa transição. O painel da empresa apresentou um panorama de fatores que reforçam a urgência da mudança: o esgotamento do modelo linear *take-make-waste*, o alto custo e a volatilidade de materiais estratégicos como o cobalto, a escassez nas cadeias de suprimentos e a crescente pressão de regulamentações ambientais mais rígidas.

Diante desse cenário, a SAP propõe uma abordagem prática e orientada por dados: começar pequeno, com projetos piloto bem-executados, que ofereçam resultados tangíveis e criem um *framework* replicável para expansão futura.

O uso de soluções integradas de ERP, rastreamento e análise preditiva permite mapear fluxos de materiais, identificar oportunidades de reaproveitamento e estruturar programas de logística reversa com viabilidade econômica.

A estratégia apresentada reforça que inovação não deve ser apenas reativa às exigências legais, mas uma vantagem competitiva. Ao digitalizar o ciclo de vida dos produtos e criar visibilidade sobre os materiais em uso, empresas podem reduzir custos, mitigar riscos e construir um posicionamento sustentável e resiliente frente às transformações globais da indústria.

Com esse direcionamento, a SAP se consolida como facilitadora da economia circular industrial, oferecendo ferramentas que conectam sustentabilidade à eficiência operacional – essencial para qualquer empresa que deseja prosperar em um cenário regulatório e econômico em rápida evolução.



## CLOUD / EDGE COMPUTING

A infraestrutura virtual permite que todos os componentes essenciais sejam conectados e integrados por meio de vias de dados otimizadas. Ela é o elo central com a nuvem, a superestrutura digital que concentra os recursos de data centers inteiros, soluções de segurança e diversas funções de armazenamento - tudo isso sem depender de uma localização específica. Independentemente de onde uma empresa se encontra atualmente nessa via de dados, as soluções apresentadas na Hannover Messe a conduzirão com segurança ao seu destino.

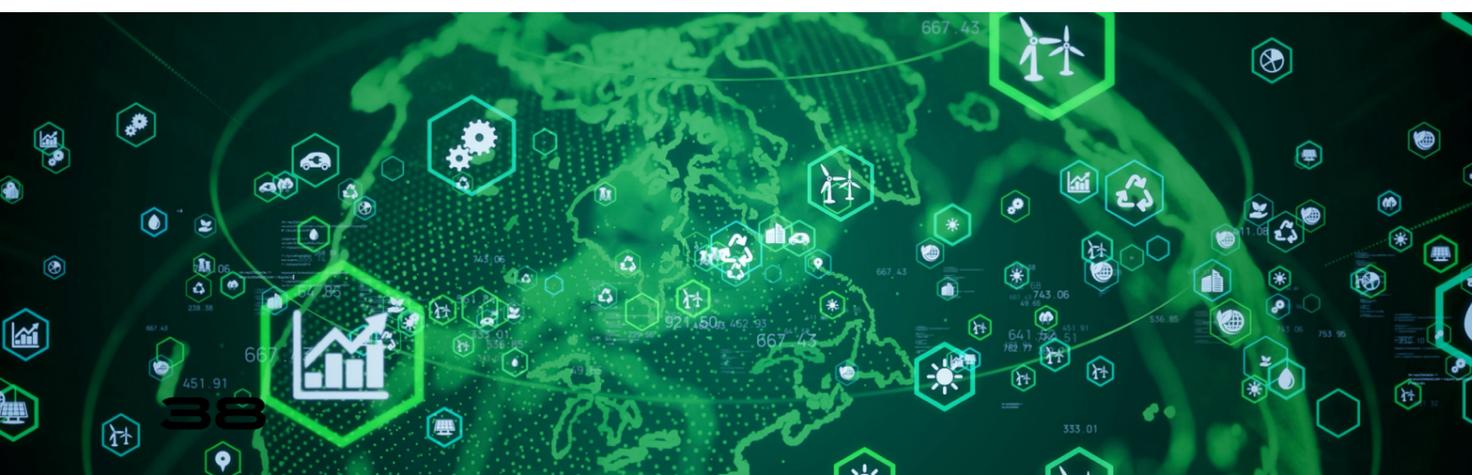
## CASE 26 TRL 7-8 CORTEX FRAMEWORK PARA INTEGRAÇÃO E ANÁLISE INDUSTRIAL EM TEMPO REAL

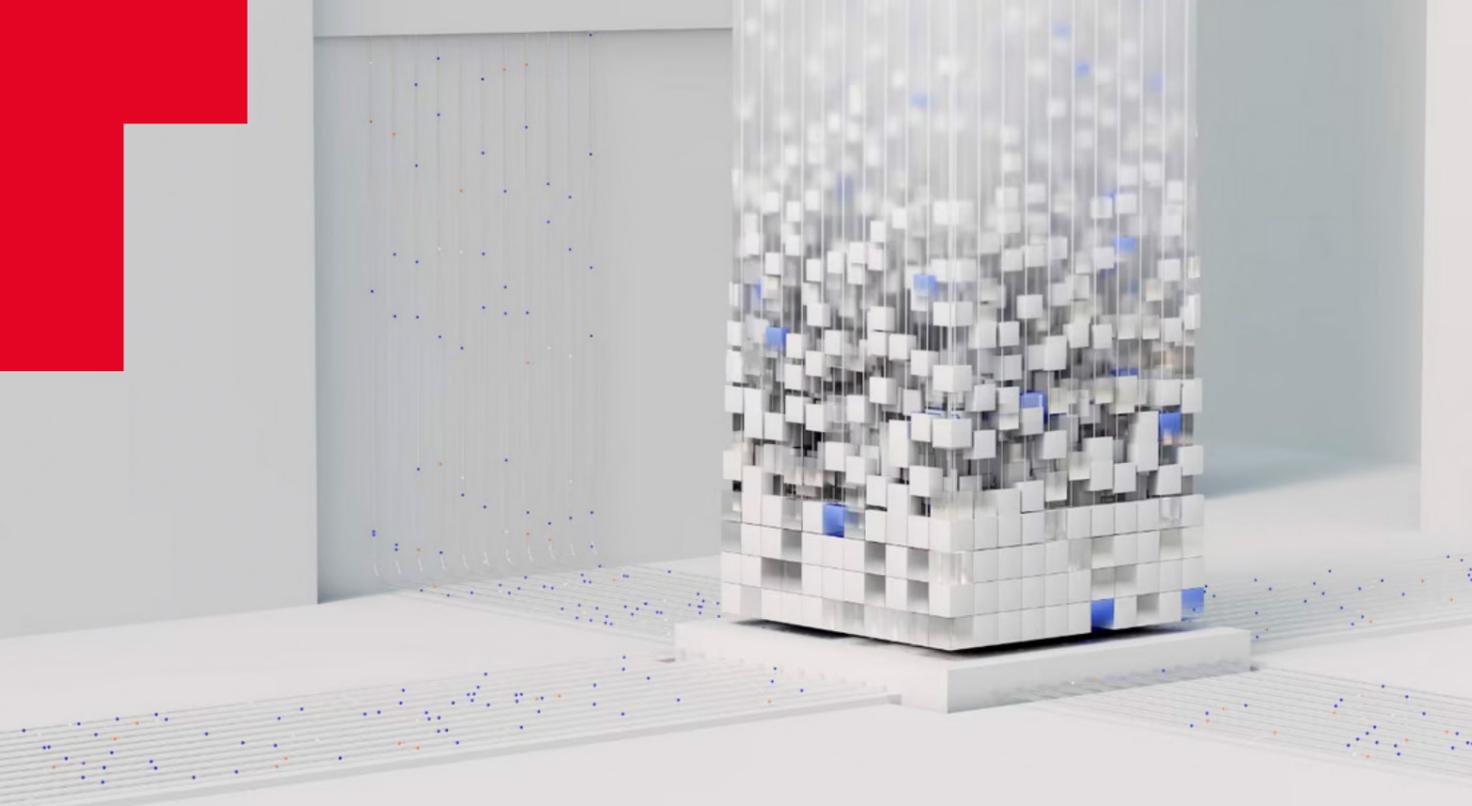
Apresentado na Hannover Messe 2025, o **Google Cloud Cortex Framework** é uma solução projetada para acelerar a construção de ambientes analíticos industriais, conectando dados operacionais e de negócios de forma rápida, segura e escalável.

A plataforma consolida múltiplas fontes de dados industriais utilizando padrões amplamente adotados, como OPC UA, MQTT e REST APIs, permitindo a criação de arquiteturas híbridas que integram processamento local na borda e sincronização com a nuvem.

O *Cortex Framework* combina *data lakes* modulares, modelos de dados padronizados e integração nativa com ferramentas de BI e inteligência artificial, oferecendo recursos como KPIs pré-configurados, *dashboards* analíticos, manutenção preditiva e modelos de otimização baseados em *machine learning*. A solução reduz significativamente o tempo de implementação de projetos analíticos e se destaca pela conectividade direta com ERPs industriais, como SAP, e sistemas de automação via conectores seguros.

Ao permitir o processamento inicial de dados em dispositivos de borda e sua posterior integração com sistemas corporativos em nuvem, o *Cortex Framework* viabiliza uma visão holística e em tempo real da cadeia produtiva, promovendo maior eficiência, previsibilidade e inteligência nas operações industriais.





## CASE 27 TRL 8-9 REVOLUTION PI COMO PLATAFORMA ACESSÍVEL PARA EDGE COMPUTING INDUSTRIAL

A **Kunbus** apresentou a linha *Revolution Pi*, uma plataforma de automação industrial baseada no *Raspberry Pi*, projetada para atender aos requisitos de robustez, flexibilidade e conectividade da Indústria 4.0. Desenvolvida para aplicações em IIoT (*Industrial Internet of Things*) e computação de borda, a solução combina custo acessível com arquitetura modular expansível, permitindo adaptação a diferentes cenários industriais.

Os dispositivos *Revolution Pi* operam de forma confiável em ambientes extremos, com certificação CE e faixa de temperatura de operação entre  $-40^{\circ}\text{C}$  e  $+55^{\circ}\text{C}$ . Com suporte a protocolos industriais amplamente utilizados, como Modbus, PROFINET, EtherNet/IP e OPC-UA, os equipamentos se integram facilmente a sistemas SCADA, MES e ERPs. A compatibilidade com Wi-Fi,



LTE e gateways de protocolo expande suas capacidades de conectividade.

O ecossistema inclui integração nativa com Node-RED, suporte a Docker e desenvolvimento em linguagens como Python e C++, o que facilita a criação de aplicações de controle e monitoramento distribuído. A funcionalidade de atualizações OTA e ferramentas de gerenciamento remoto ampliam sua usabilidade em operações contínuas. Com isso, a *Revolution Pi* se consolida como uma solução eficaz para arquiteturas de *edge computing*, conectando dados do chão de fábrica a plataformas analíticas e de inteligência artificial com agilidade e escalabilidade.

## CASE 28 TRL 9 IA DE ALTO DESEMPENHO NA BORDA INDUSTRIAL

A **NVIDIA** destacou sua linha *Jetson*, composta por plataformas embarcadas voltadas à execução de inteligência artificial diretamente na borda. Projetados para aplicações industriais que exigem processamento local, os dispositivos *Jetson* – como o *Jetson Nano*, *Xavier NX*, *Orin Nano* e *Orin NX* – oferecem alta performance com baixo consumo energético, viabilizando soluções autônomas em visão computacional, robótica, análise de dados e monitoramento inteligente.

As plataformas *Jetson* são compatíveis com frameworks populares de IA, como TensorFlow, PyTorch e ONNX, e integram-se facilmente a sensores industriais, câmeras 3D e redes locais. Com capacidades que chegam a 21 TOPS (*Tera Operations Per Second*), como no caso do *Xavier NX*, esses dispositivos permitem inferência em tempo real, mesmo em ambientes com restrições de



conectividade. O *Jetson Nano*, por sua vez, é amplamente adotado em sistemas de inspeção visual, robótica educacional e prototipagem industrial de baixo custo.

Ao descentralizar o processamento de IA e reduzir a dependência de *data centers*, a linha *Jetson* reforça a proposta da NVIDIA de tornar a inteligência embarcada mais acessível, eficiente e adaptada aos desafios da automação e da indústria conectada.

## CASE 29 TRL 5-6 APLICAÇÃO DO AMAZON NOVA PARA QUALITY CONTROL

A **AMAZON AWS** apresentou uma solução inovadora de controle de qualidade baseada em inspeção visual que dispensa treinamento prévio. A proposta é simples, porém poderosa: o operador captura uma imagem de referência e solicita à inteligência visual que compare automaticamente outras imagens com esse padrão, indicando conformidades ou desvios. Essa abordagem, ainda em fase de pesquisa e validação, representa um avanço significativo na democratização do uso da inteligência artificial em processos industriais. Ao eliminar a necessidade de grandes bases de dados rotulados ou

ciclos longos de aprendizado, a tecnologia torna-se mais acessível e ágil para empresas de diferentes portes. A solução sinaliza um substancial avanço na integração de dados visuais, operacionais e corporativos, o que permite ampliar o escopo da análise de qualidade para toda a organização.

Entre os principais benefícios está a quebra dos silos tradicionais entre áreas como produção, qualidade e manutenção, permitindo o compartilhamento de informações em tempo real e facilitando a escalabilidade de soluções digitais.

Embora ainda em estágio de pesquisa, essa tecnologia habilita uma inteligência operacional distribuída, onde a visão computacional se torna um elemento comum e rotineiro.



## MANUFATURA ADITIVA

A manufatura aditiva - frequentemente associada à impressão 3D - há muito tempo deixou de ser apenas uma tecnologia auxiliar. Após seu grande sucesso em departamentos de desenvolvimento (pense em prototipagem rápida), esse processo de fabricação inovador está a caminho de se consolidar também na produção em série. A Hannover Messe aborda temáticas tanto para fornecedores de sistemas atuais de manufatura aditiva quanto para usuários de sistemas de produção que não envolvem metais.

### CASE 30 TRL 9 IMPRESSÃO 3D RÁPIDA E PRECISA COM A FORM 4

A **Formlabs** apresentou a *Form 4*, sua nova geração de impressoras 3D de mesa baseada na tecnologia SLA, voltada para prototipagem rápida e produção técnica em pequena escala. A solução combina alta precisão, troca rápida de materiais e facilidade de operação, atendendo com eficiência demandas de MPMEs, centros de inovação e ambientes educacionais.

Compatível com mais de 30 tipos de resina, incluindo materiais elásticos e similares ao polipropileno, a *Form 4* substitui processos tradicionais com moldes, permitindo a criação de peças detalhadas e com excelente acabamento superficial. Seu sistema óptico avançado, cartuchos

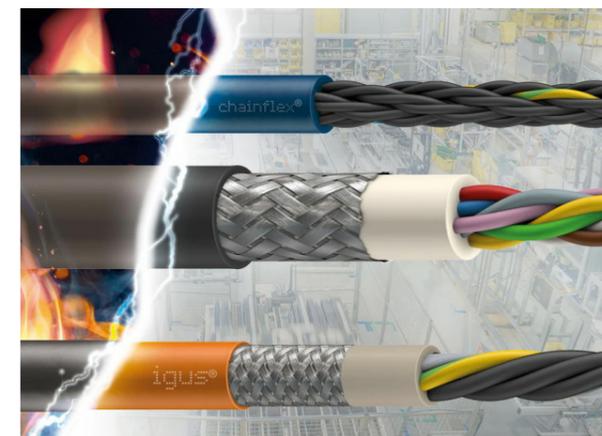
de um litro e mecanismo de troca simples de tanques garantem produtividade com mínima intervenção técnica. Com aderência alta para prototipagem e média para produção, a *Form 4* reforça o compromisso da Formlabs em democratizar a manufatura aditiva com tecnologia acessível e desempenho profissional.



### CASE 31 TRL 8-9 CHAINGE

A **IGUS** apresentou os avanços do programa *Chainge*, iniciativa que coloca em prática o conceito de economia circular para cadeias industriais fabricadas com plásticos de alta durabilidade. A proposta é simples e eficaz: recolher as *energy chains* usadas, reciclá-las totalmente e empregar 100% do material na produção de novas peças.

Apesar de o processo de reciclagem e re-manufatura apresentar um custo levemente superior ao da produção convencional, a IGUS conseguiu equilibrar economicamente a equação, oferecendo os produtos reciclados pelo mesmo valor ao cliente final. Esse modelo demonstra que é possível alinhar sustentabilidade e competitividade quando há domínio tecnológico e estratégia de longo prazo.



Além dos ganhos ambientais evidentes - como a redução de resíduos plásticos técnicos e a diminuição da extração de matérias-primas virgens -, o programa *Chainge* permite à IGUS construir uma cadeia de valor mais resiliente e alinhada às diretrizes ESG, cada vez mais exigidas por parceiros, investidores e mercados regulados.

### CASE 32 TRL 3-4 TECIDOS FEITOS DE CASCA DE LARANJA

Reconhecida mundialmente por ter criado o Tencel™, uma fibra celulósica com base sustentável, a **Lenzing** apresentou um novo passo em direção à bioinovação têxtil. A empresa lançou um projeto piloto que utiliza cascas de laranja como matéria-prima para a produção de tecidos com aparência e textura semelhantes à seda.

O material desenvolvido apresenta uma fibra macia, brilhante e de alto valor sensorial, sendo ideal para aplicações na moda premium e em produtos têxteis de valor agregado. A proposta alia sofisticação estética à sustentabilidade ao reaproveitar resíduos agroindustriais que, de outra forma, seriam descartados.

Embora ainda em estágio piloto e sem produção em larga escala, o projeto representa uma oportunidade concreta de inovação replicável em países com alta produção de frutas cítricas, como o Brasil. O uso de resíduos orgânicos locais para produção de têxteis sustentáveis pode gerar novos modelos de negócio baseados em economia circular e bioeconomia regional.





# ENERGIA PARA A INDÚSTRIA

Energia para a Indústria engloba tecnologias e soluções voltadas à transição energética e ao uso eficiente de energia nos processos industriais. Iniciativas como a digitalização energética, o uso de hidrogênio e células a combustível, além da engenharia aplicada à eficiência energética, ganham destaque na busca por uma indústria mais limpa, resiliente e sustentável.



# DIGITAL ENERGY

Um fornecimento de energia sustentável exige redes inteligentes (*smart grids*), tecnologias renováveis eficientes e sistemas inovadores de armazenamento de energia. O uso de dados em tempo real para otimizar o consumo de energia requer manufatura inteligente, tecnologia de sensores e análise de dados. A Hannover Messe apresenta tecnologias e soluções digitais que abrem caminho para uma indústria neutra em emissões de gases de efeito estufa e resiliente, contribuindo para o enfrentamento das mudanças climáticas.

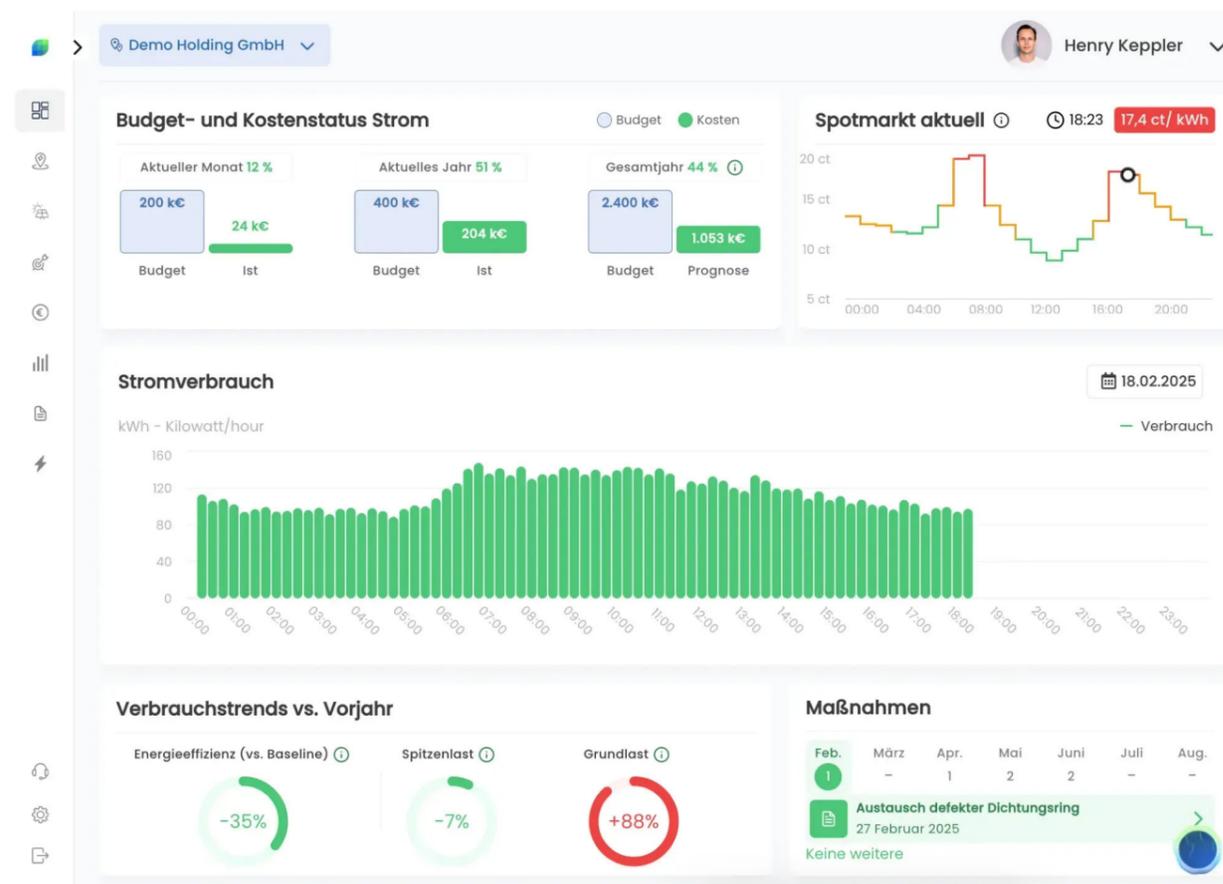
## CASE 33 TRL 7-8 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA GESTÃO ENERGÉTICA INDUSTRIAL

Reconhecida na Hannover Messe 2025 com o Prêmio de Destaque em Inovação em Eficiência Energética, a **Ecoplanet** apresentou sua solução de gestão de energia com interpretação por IA, voltada à otimização de consumo, redução de custos e integração com fontes renováveis.

Desenvolvido para ambientes industriais com alta utilização de energia solar e eólica, o sistema vai além do simples monitoramento, atuando como plataforma central de decisão energética. A IA embarcada interpreta grandes volumes de dados em tempo real, identificando anomalias, des-

perdícios e oportunidades de economia com base em sinais de preço e previsibilidade de demanda. Entre as funcionalidades destacadas estão:

- Gestão integrada de consumo e aquisição de energia, maximizando ganhos em mercados com variações tarifárias.
- Detecção automatizada de desvios operacionais, com emissão de alertas em tempo real.
- Compatibilidade com protocolos industriais (como Modbus TCP) e APIs abertas, permitindo interoperabilidade com sistemas legados e equipamentos diversos.
- Conformidade regulatória e geração de relatórios para metas ESG e auditorias energéticas.





## HIDROGÊNIO E CÉLULAS COMBUSTÍVEIS

O uso transversal do hidrogênio - especialmente o hidrogênio verde como substituto dos combustíveis fósseis - é uma questão central na transformação sustentável da indústria. O hidrogênio pode ser utilizado em aplicações móveis e estacionárias em diversos setores da economia. Na Hannover Messe, os expositores deram destaque para a versatilidade e o valor agregado do hidrogênio e das células a combustível na produção industrial.

### CASE 34 TRL 8-9 GERADORES A HIDROGÊNIO

Durante a Hannover Messe 2025, a **GeoPura** apresentou sua linha de unidades móveis de energia movidas a hidrogênio, projetadas para substituir geradores a diesel e apoiar a transição energética em campo. Com foco em descarbonização, modularidade e integração à rede elétrica, as soluções destacaram-se pela maturidade tecnológica e

pelas possibilidades de aplicação em diversos setores.

A empresa já disponibiliza modelos comerciais de 250 kW e 500 kW, este último formado por cinco blocos modulares de 100 kW. A arquitetura escalável permite configurações que chegam a dezenas de megawatts, adequando-se desde operações temporárias até suporte contínuo a infraestrutura crítica, como estações de recarga de veículos elétricos.



Com células a combustível a hidrogênio como núcleo tecnológico, as unidades operam sem emissões de poluentes, ruídos ou resíduos visíveis, e superam as limitações de autonomia e recarga enfrentadas

por sistemas baseados exclusivamente em baterias. Além disso, a energia gerada pode ser diretamente conectada à rede ou utilizada em aplicações isoladas.

### CASE 35 TRL 7 ESPUMA DE NÍQUEL APLICADA À ELETRÓLISE ALCALINA

A **Sumitomo Electric**, referência global em materiais avançados, apresentou sua espuma de níquel aplicada a eletrolisadores alcalinos e de membrana de troca aniônica (AEM), uma inovação com potencial para otimizar a produção de hidrogênio verde.

Originalmente desenvolvida para baterias, a espuma metálica foi adaptada com sucesso para aplicações em eletrólise.

Produzida industrialmente no Japão, a solução já é empregada em sistemas da própria Sumitomo e por parceiros do setor energético. Com porosidade e espessura personalizáveis, sua estrutura microespumada maximiza a área de reação eletroquímica, favorecendo a difusão de gases e líquidos, além de garantir alta condutividade elétrica e resistência mecânica.



Na prática, a adoção da espuma de níquel permite uma redução da tensão de operação nos eletrolisadores alcalinos, principal fator de custo do hidrogênio verde.

Essa melhoria direta na eficiência energética representa um passo importante para a competitividade do hidrogênio como vetor energético global.

## CASE 36 TRL 6-7 DRONES A HIDROGÊNIO PARA OPERAÇÕES INDUSTRIAS EXTREMAS

A **Hits (Shanghai) Drone Technology**, empresa chinesa especializada em soluções aeroindustriais, apresentou um modelo de drone movido a célula a combustível de hidrogênio, com aplicações voltadas à infraestrutura, logística e segurança pública.

Com até três horas de autonomia de voo, capacidade para transportar 60 kg de carga e resistência a condições ambientais de até -40°C, o drone se destaca como uma plataforma versátil para operações remotas e de alta complexidade. O sistema é vendido como solução completa (incluindo o drone, a célula de hidrogênio e os módulos operacionais) com custo estimado em US\$ 100.000.

O diferencial está no sistema de controle híbrido, que oferece tanto operação remota tradicional quanto voo autônomo com inteligência artificial embarcada, per-

mitindo roteamento inteligente e execução de missões complexas com segurança e precisão.

Entre as aplicações demonstradas, destacam-se:

- Limpeza de superfícies elevadas, como painéis solares, eliminando riscos operacionais e otimizando a geração de energia.
- Inspeção técnica de estruturas críticas, como torres de transmissão e parques industriais.
- Apoio no combate a incêndios, com reconhecimento aéreo e lançamento de agentes extintores.
- Logística de emergência, com entrega de suprimentos em locais de difícil acesso.

A tecnologia reforça o potencial dos drones movidos a hidrogênio como ferramentas robustas, limpas e inteligentes para o setor industrial. Com aplicações alinhadas à agenda de descarbonização e à necessidade de automação de tarefas críticas, o case da Hits posiciona-se como exemplo promissor de mobilidade aérea sustentável e operacionalmente escalável.



## CASE 37 TRL 6-7 ELETRÓLISE ALCALINA MODULAR E PADRONIZADA

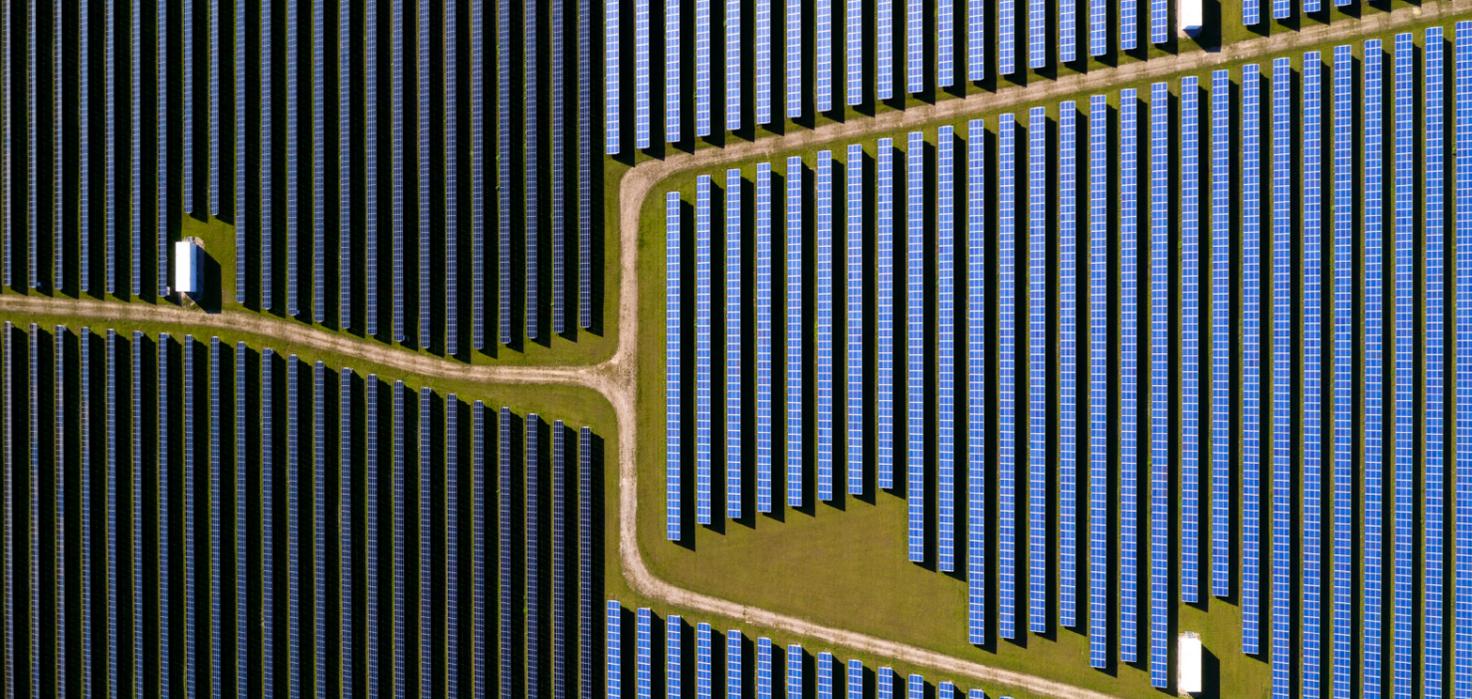
A **Stiesdal Hydrogen** apresentou seu modelo de eletrólise alcalina com foco em industrialização, escalabilidade e instalação simplificada. Derivada de um histórico consolidado no setor eólico, a empresa propõe um modelo de negócios baseado na padronização de plantas modulares de produção de hidrogênio, aproximando-se mais de linhas de montagem industriais do que de instalações químicas tradicionais.

O principal produto apresentado foi um sistema modular de 3,1 megawatts, capaz de ser instalado em meio dia e comissionado em cerca de uma semana, reduzindo significativamente os prazos e os custos normalmente associados a projetos de hidrogênio. A tecnologia é baseada na eletrólise alcali-

na convencional, com separação de hidrogênio e oxigênio a partir de água purificada e corrente elétrica, mas embalada em um formato pré-fabricado e escalável.

As usinas típicas desenvolvidas pela Stiesdal operam na faixa de 10 megawatts, com protocolos rigorosos de segurança para prevenir riscos de acúmulo e explosão de hidrogênio. Essa abordagem modular também contribui para aumento da confiabilidade, repetibilidade técnica e redução de custos operacionais ao longo do tempo.

Apesar de custos ainda elevados para aplicação imediata no Brasil, a empresa defende que a adoção em massa, com base em projetos replicáveis e métodos construtivos padronizados, é o caminho para tornar o hidrogênio verde competitivo globalmente.



## ENGENHARIA DE ENERGIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Com uma ampla variedade de soluções em tecnologia energética - desde componentes individuais até abordagens sistêmicas para o uso eficiente e a otimização de fontes de energia - o foco está em tecnologias sustentáveis para reduzir o consumo de energia. Conheça sistemas inteligentes de gerenciamento de energia, aquecimento e resfriamento de processos, além de automação e controle de processos produtivos.

### CASE 38 TRL 8-9 ECONOMIA CIRCULAR E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A **Schneider Electric** destacou diversas iniciativas focadas na economia circular, visando a extensão do ciclo de vida de equipamentos industriais, reuso inteligente de componentes e otimização energética com base em dados operacionais. Entre os principais cases apresentados estava o programa *EcoFit™*, voltado para inversores de frequência, painéis de distribuição, sistemas de *no-breaks*, equipamentos de resfriamento e controladores lógicos programáveis (CLPs).

O programa *EcoFit™* é uma iniciativa que integra soluções completas para a modernização e atualização dos equipamentos, aumentando sua vida útil. Por meio deste programa, equipamentos obsoletos ou danificados são coletados e passam por um processo de recondição em ambientes industriais certificados. Após essa revitalização, os equipamentos recebem garantia equivalente a produtos novos, retornando ao mercado para um novo ciclo operacional.

Para os controladores lógicos programáveis (CLPs), a Schneider Electric oferece migrações estruturadas para plataformas tecnológicas mais recentes, garan-

tando continuidade operacional, aumento da produtividade e reduzindo riscos relacionados à obsolescência. Essa modernização inclui substituição de módulos, reconfiguração das lógicas de controle e integração com sistemas SCADA e comunicação industrial em tempo real.

Na infraestrutura crítica de TI, os serviços *EcoFit* para *no-breaks* e sistemas de resfriamento asseguram desempenho máximo e sustentabilidade. Através de uma análise dos ativos existentes, incluindo equipamentos de resfriamento e *data centers*, são propostas atualizações pontuais, como substituição de baterias, melhorias nos sistemas de refrigeração e integração de soluções avançadas de monitoramento e gerenciamento remoto.

Essas intervenções prolongam a vida útil dos equipamentos, reduzem significativamente o consumo de energia e contribuem para operações mais eficientes e seguras.

A modernização dos painéis de distribuição elétrica, também contemplada pelo *EcoFit*, é fundamental para empresas que dependem de sua infraestrutura elétrica. Equipamentos desatualizados aumentam o risco de falhas inesperadas, custos elevados de manutenção e baixa eficiência operacional. Através da integração de sensores inteligentes, retrofit seletivo de componentes ativos, modernização dos sistemas de proteção e reciclagem de materiais, o *EcoFit* reduz emissões de CO<sub>2</sub>, otimiza o desempenho e facilita a transição ecológica das empresas.

### CASE 39 TRL 7-8 CALOR SOB DEMANDA COM ENERGIA RENOVÁVEL

A **Caldera Storage Boiler** apresentou sua solução de armazenamento térmico com entrada elétrica e saída controlada de calor, voltada à substituição de caldeiras fósseis em processos industriais. O sistema, denominado *Storage Boiler*, representa uma nova geração de equipamentos térmicos limpos, robustos e integráveis a fontes renováveis.

Seu funcionamento baseia-se no aquecimento resistivo de blocos de rocha e alumínio, materiais de alta durabilidade térmica, que acumulam calor a até 500°C. Esse calor pode ser transferido, via bobina de aço inoxidável e trocador de calor embutido, em diferentes formatos - como vapor, água quente, ar quente ou óleo térmico - de acordo com a demanda do cliente.

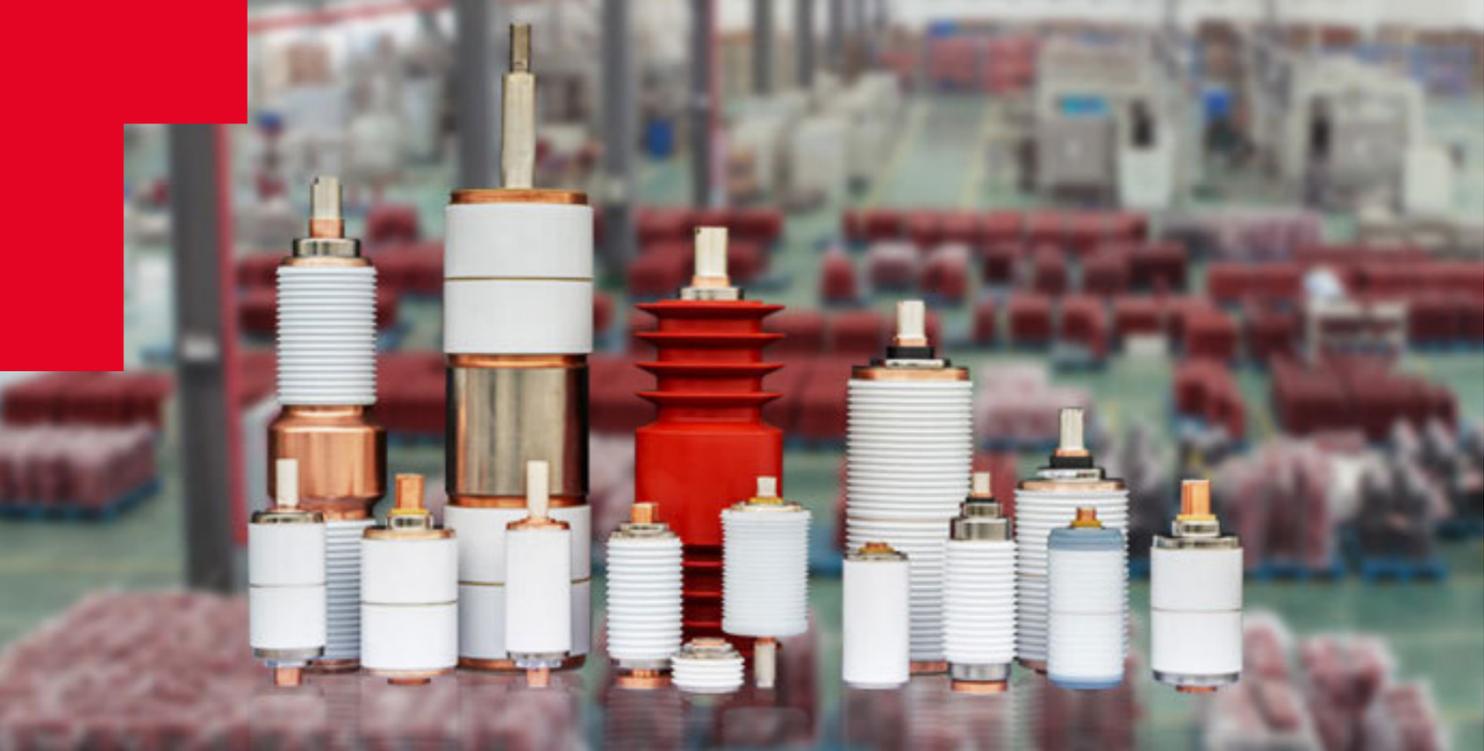
Outros diferenciais incluem:

- Isolamento térmico a vácuo, garantindo mínima perda de calor armazenado.

- Ciclo de vida resistente, com milhares de ciclos de aquecimento e resfriamento sem degradação.
- Sistema elétrico completo, com transformadores e controle de carga para operação segura e inteligente.

A solução da Caldera é modular, escalável e compatível com sistemas industriais existentes, podendo funcionar em paralelo com bombas de calor - onde o *Storage Boiler* cobre os picos de demanda, enquanto a bomba opera em regime constante e eficiente. Isso permite aproveitar excedentes de energia solar e eólica, carregando o sistema nos momentos de menor custo e liberando calor nos horários críticos.

Com alto potencial de replicação no Brasil, especialmente em regiões com forte geração renovável, a tecnologia se destaca pela viabilidade prática de descarbonizar processos térmicos industriais, ao mesmo tempo em que reduz a dependência de combustíveis fósseis.



## CASE 40 TRL 9 TUBOS ELETRÔNICOS E COMPONENTES DE POTÊNCIA PARA INFRAESTRUTURA CRÍTICA

A **Chengdu Xuguang Electronics Co., Ltd.** apresentou seu portfólio voltado à eletrônica de potência industrial, com destaque para sua linha de tubos eletrônicos de alta potência, utilizados em aplicações críticas que exigem alta frequência e confiabilidade operacional.

Com sede na cidade de Chengdu e atuação global consolidada – incluindo exportações regulares para o Brasil –, a empresa demonstrou tecnologia própria e controle total sobre pesquisa, desenvolvimento e fabricação de seus produtos, especialmente no tratamento de materiais sensíveis e componentes internos.

### Principais destaques técnicos dos tubos eletrônicos:

- Faixa de potência: de 1 kW a 1,5 MW
- Faixa de frequência: de 1 MHz a 1000 MHz

### Principais aplicações:

- Transmissão de rádio e televisão
- Osciladores a laser
- Processos industriais de secagem por radiofrequência (*RF drying*)
- Aceleradores de prótons para radioterapia oncológica

A Chengdu Xuguang também apresentou soluções para o setor energético, com foco em componentes de média e alta tensão:

- Interruptores a vácuo (*Vacuum Interrupters*)
- Módulos encapsulados em resina epóxi (*Embedded Poles*)

Esses produtos são amplamente utilizados em disjuntores e painéis para subestações e redes elétricas, com papel fundamental na proteção e confiabilidade de infraestrutura crítica.

O case reforça o papel estratégico da eletrônica de potência na transformação digital e energética da infraestrutura, conectando eficiência, robustez e inovação de base industrial.

## CASE 41 TRL 8 HIDRÁULICA INTELIGENTE E CONTROLE DINÂMICO DE ENERGIA

A **Bosch Rexroth**, referência global em automação e sistemas hidráulicos, apresentou um conjunto robusto de soluções voltadas à eficiência energética, controle de carga e sustentabilidade industrial. As aplicações apresentadas têm grande relevância para o contexto brasileiro, especialmente em indústrias com alto consumo energético e pressão por metas ESG.

Entre os destaques estavam os sistemas regenerativos, capazes de recuperar e reutilizar energia durante os ciclos de operação. Apesar de altamente eficazes, um desafio importante foi a complexidade técnica, que exige protocolos de manutenção específicos, ainda carecendo de padronização. Isso cria uma oportunidade para desenvolver treinamentos e metodologias adaptadas à realidade industrial brasileira, com foco em segurança, confiabilidade e otimização do ciclo de vida.

Outro foco foi o controle inteligente de cargas em ambientes industriais, com base em tecnologias para *Smart Grids* e *Smart Factory*. A Bosch Rexroth demonstrou *Power*

*Units* com controle dinâmico de pressão e força, integradas a sistemas de sensores e softwares industriais via IoT. Tais soluções permitem balanceamento em tempo real do consumo energético, reduzindo picos e promovendo uma operação mais previsível e eficiente – especialmente útil em processos como prensas hidráulicas, moldagem por injeção e linhas de montagem automatizadas.

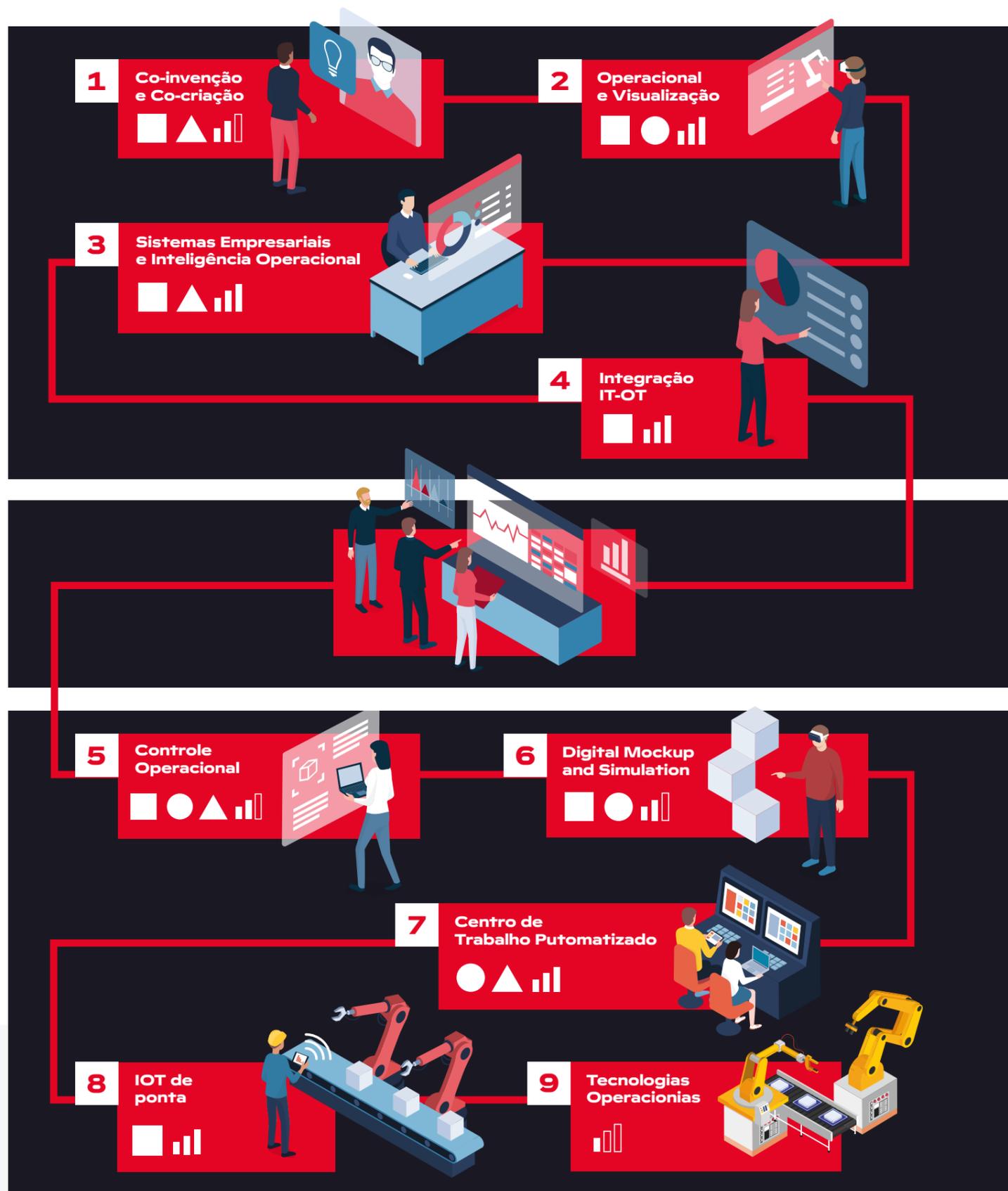
Complementando o portfólio, a empresa apresentou avanços em mecanismos de válvulas hidráulicas:

- Válvulas direcionais binárias com baixo consumo (30W e versões móveis de 8W).
- Válvulas cartucho com sensores eletrônicos integrados, capazes de operar com fluxos de até 50 mil litros por minuto.
- Novos modelos com controle preciso de posição e resposta rápida, ideais para aplicações críticas.

O case destaca como a automação hidráulica evolui para se tornar inteligente, conectada e sustentável, sendo peça-chave na modernização de setores industriais com alto consumo de energia e exigência de performance contínua.



# CASES E SUA APLICAÇÃO NA FÁBRICA DO FUTURO



Nos pavilhões de energia da Hannover Messe, tudo girava em torno da eficiência e da sustentabilidade. O hidrogênio desempenhou um papel de destaque nisso. Somente no pavilhão 13, cerca de 300 empresas apresentaram seus mais recentes desenvolvimentos e aplicações na área de hidrogênio e células de combustível.

## ANDAR SUPERIOR

- 1 Co-invenção e Co-criação**
  - CASE 12 - Pág. 26**  
gPROMS E GÊMEOS DIGITAIS EM NÍVEL MOLECULAR
  - CASE 13 - Pág. 27**  
STAR-CCM+ PARA SIMULAÇÃO MULTIFÍSICA E OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS
- 2 Operacional e Visualização**
  - CASE 05 - Pág. 20**  
REALIDADE AUMENTADA PARA OPERAÇÕES INDUSTRIAIS
- 3 Sistemas Empresariais e Inteligência Operacional**
  - CASE 25 - Pág. 38**  
Escalando a Manufatura Circular
- 4 Integração IT-OT**
  - CASE 15 - Pág. 28**  
SENSORES INTELIGENTES PARA AR COMPRIMIDO E GASES INDUSTRIAIS
  - CASE 16 - Pág. 30**  
INTEGRAÇÃO INDUSTRIAL SEGURA E INTEROPERÁVEL COM OPC UA

## SALA DE CONTROLE

- CASE 01 - Pág. 16**  
FÁBRICA INTELIGENTE NA DECISÃO ADAPTATIVA EM ESCALA INDUSTRIAL

## CHÃO DE FÁBRICA

- 5 Controle Operacional**
  - CASE 28 - Pág. 41**  
IA DE ALTO DESEMPENHO NA BORDA INDUSTRIAL
  - CASE 29 - Pág. 41**  
APLICAÇÃO DO AMAZON NOVA PARA QUALITY CONTROL
- 6 Digital Mockup and Simulation**
  - CASE 14 - Pág. 28**  
INDUSTRIAL DIGITAL TWIN ASSOCIATION EV (IDTA)
- 7 Centro de Trabalho Automatizado**
  - CASE 09 - Pág. 23**  
AUTOMAÇÃO ROBÓTICA COM COMANDOS EM LINGUAGEM NATURAL
- 8 IOT de ponta**
  - CASE 07 - Pág. 22**  
INTERFACES POR GESTO PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
- 9 Tecnologias Operacionias**
  - CASE 10 - Pág. 24**  
GARRA ROBÓTICA COM DESTREZA HUMANA
  - CASE 30 - Pág. 42**  
IMPRESSÃO 3D RÁPIDA E PRECISA COM A FORM 4

# HANNOVER MESSE 2025

BOLETIM DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA  
SENAI-SP



[SP.SENAI.BR](http://SP.SENAI.BR)