

CONTEÚDO PARA A INDÚSTRIA DE FERRAMENTAIS

FERRAMENTAL

EDIÇÃO 127 | SETEMBRO / OUTUBRO 2026 

TECNOLOGIA

PRODUTIVIDADE DUPLA NA INJEÇÃO SOB PRESSÃO

GENTE & GESTÃO
GENTELIGÊNCIA:
APRENDIZADO MÚTUO E
VANTAGEM COMPETITIVA

FINANÇAS
PROTEÇÃO DE PREÇO:
VOLATILIDADE DO AÇO



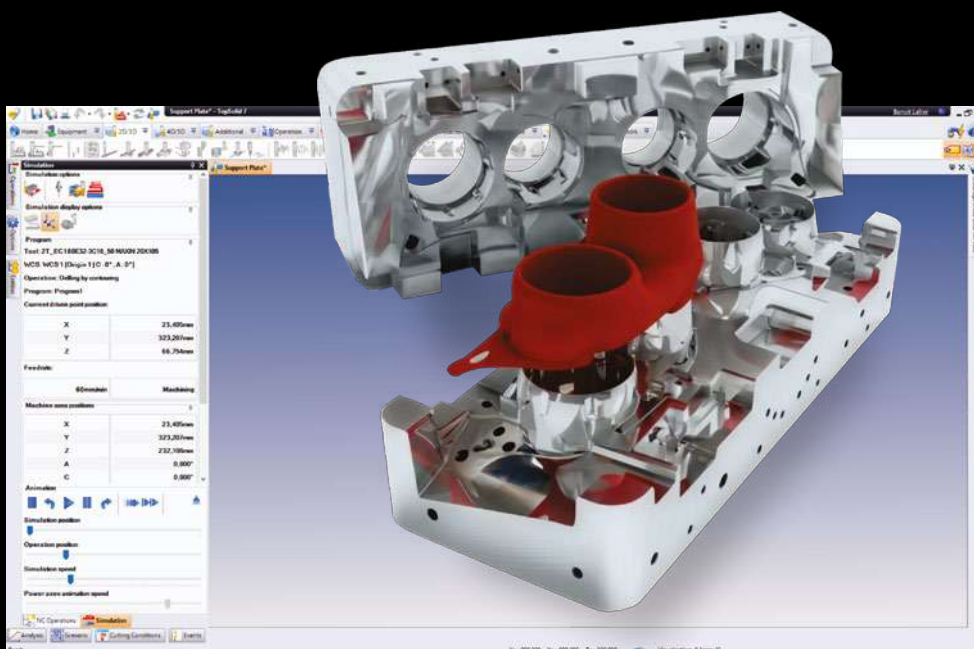
REVISTAFERRAMENTAL.COM.BR

TopSolid

23 ANOS

Brazil

A INTELIGÊNCIA DIGITAL QUE SUA FERRAMENTARIA PRECISA



CAD

CAE

CAM

PDM

ERP

Centralize dados, automatize a usinagem e ganhe eficiência operacional em um único ambiente integrado.

**PRONTO PARA
TRANSFORMAR
SUA PRODUÇÃO
DE MOLDES?**



FALE COM A NOSSA EQUIPE

marketing@topsolidbrazil.com
(11) 5084-0048

CONSTRUINDO O FUTURO

POR CHRISTIAN DIHLMANN

Há uma verdade pouco conhecida fora dos círculos industriais, mas absolutamente incontestável entre aqueles que vivem a manufatura: não existe indústria sem ferramentaria.

Antes que um automóvel seja produzido, um eletrodoméstico chegue às lojas, um equipamento médico salve vidas ou um avião decole, alguém precisou conceber e fabricar os ferramentais que darão forma a esses produtos. É por isso que a ferramentaria recebeu, ao longo das décadas, um título que sintetiza sua importância: a mãe da indústria. Como toda mãe, ela gera, prepara, sustenta e possibilita o desenvolvimento de seus filhos. Sem ela, a indústria de manufatura simplesmente não nasce.

Mas quem sustenta a mãe? Ao redor da indústria de ferramentais gravita um complexo ecossistema. De um lado estão os fornecedores, e do outro, os clientes.

Dentro das próprias ferramentarias convivem empresários, engenheiros, projetistas, programadores CNC, ferramenteiros, operadores, profissionais administrativos, financeiros e comerciais. Cada um desempenha um papel essencial em uma engrenagem extremamente sofisticada.

Entretanto, basta que um desses elos falhe para comprometer toda a corrente. Nunca a competição foi tão intensa.

As empresas brasileiras enfrentam simultaneamente uma escalada contínua dos custos de matérias-primas, energia, tecnologia e mão de obra especializada. Ao mesmo tempo, convivem com uma pressão crescente dos clientes por redução de preços, menores prazos e níveis cada vez mais elevados de qualidade. A margem para negociação desaparece. O resultado é um setor frequentemente acuado, obrigado a produzir mais com menos recursos. Não existe fórmula mágica para vencer esse desafio. Existe apenas um caminho: produtividade. Produtividade na concepção inteligente dos ferramentais, no planejamento, na programação, nos processos, na gestão e na comercialização. Nossos principais concorrentes seguem acelerando.

China, Coreia do Sul, Portugal, Índia, Turquia, Alemanha e outras nações compreenderam que competitividade deixou de ser apenas uma questão de custo. Tornou-se uma questão de inteligência. Investem fortemente em operações desassistidas, novos materiais, manufatura aditiva, automação avançada, inteligência artificial aplicada ao projeto, ao planejamento e à programação da produção, integração digital, manutenção preditiva, vendas consultivas e suporte altamente personalizado aos clientes. Não esperam o futuro. Eles o constroem diariamente. No Brasil, esse movimento também começou.

A ABINFER – Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais – vem realizando um verdadeiro esforço para reposicionar estrategicamente o setor. Sua atuação junto às esferas públicas e privadas, no Brasil e no exterior, abriu portas importantes para que a ferramentaria brasileira seja vista como protagonista da transformação industrial. Nunca houve tanta visibilidade internacional. Nunca houve tantas oportunidades de aproximação com centros tecnológicos, governos, entidades e mercados.

Mas existe uma reflexão extremamente pertinente feita por Carlos Lindner, em publicação no LinkedIn:

"Porta aberta pode aproximar o setor das boas práticas internacionais e dar visibilidade à ferramentaria brasileira, mas porta aberta não empurra empresa para dentro."

E complementa: "As empresas precisam transformar essa visibilidade em formação, cooperação, produtividade, tecnologia e novos mercados."

Poucas frases sintetizam tão bem o momento atual.

A oportunidade existe. Mas ela exige movimento. A história da ferramentaria brasileira ainda está sendo escrita. Podemos aceitar o papel de espectadores de uma transformação liderada por outros países.

Ou podemos assumir o protagonismo que nossa competência técnica, criatividade e capacidade empreendedora sempre demonstraram possuir.

A decisão é coletiva. O futuro também. Que não sejamos, portanto, o elo mais fraco da cadeia, mas sim aquele que une, fortalece e impulsiona toda a indústria de manufatura.

Mais do que isso. Que deixemos de ser apenas peças de um grande jogo, e sejamos aqueles que ajudam a definir suas regras.

Porque o futuro não pertence a quem apenas reage às mudanças. Pertence a quem decide construí-las.

Christian

EDITOR REVISTA FERRAMENTAL



CONTEÚDO

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 06 | EXPRESSAS
Novidades e acontecimentos da indústria | 50 | ARTIGO TÉCNICO
A competitividade da ferramentaria começa muito antes da fabricação |
| 12 | TECNOLOGIA
HPDDC: inovação disruptiva em moldes para die casting – Ganho nos resultados econômicos | 52 | SAÚDE LABORAL
Muito além do protetor auricular: A construção de uma cultura de prevenção da saúde auditiva na indústria |
| 24 | FINANÇAS
Volatilidade do aço: Como a ferramentaria pode proteger preço, margem e caixa | 56 | ESG
O Efeito Cascata: Como a classificação de facções como terroristas pelos EUA ameaça a economia brasileira |
| 30 | FERRAMENTARIA EM FOCO
Transformação digital prática: Do custo ao valor na ferramentaria brasileira | 58 | GENTE & GESTÃO
A nova geração na indústria |
| 34 | FERRAMENTARIA EM FOCO
O peso do ambiente na performance profissional | 66 | INDÚSTRIA 4.0
Inteligência Artificial na indústria: O salto de 163% e o desafio da capacitação técnica |
| 36 | GESTÃO
Fluido de corte como estratégia e produtividade na usinagem | 68 | LIDERANÇA
Você pode dizer tudo o que pensa. |
| 40 | ARTIGO TÉCNICO
Da bancada ao algoritmo | 72 | CONEXÃO WWW
Livros para você se inspirar |
| 44 | GESTÃO
Tool 4 Future – O prazo não é apertado, é inflado | 74 | OPINIÃO
Custo da imprevisibilidade: Tarifaço e a resiliência da indústria do Brasil |

REVISTA FERRAMENTAL

REVISTA DIGITAL

Quer ler todas as edições da revista Ferramental online?



Basta utilizar o
QR Code ao lado.

A Revista Ferramental é distribuída gratuitamente em todo Brasil, bimestralmente. É destinada à divulgação da tecnologia de ferramentais, seus processos, produtos e serviços para os profissionais das indústrias de ferramentais e seus fornecedores: ferramentais, modelações, empresas de design, projetos, prototipagem, modelagem, softwares industriais e administrativos, matérias-primas, acessórios e periféricos, máquinas ferramenta, ferramentas de corte, óleos e lubrificantes, prestadores de serviços e indústrias compradoras e usuárias de ferramentais, dispositivos e protótipos: transformadoras do setor plástico e da fundição, automobilísticas, autopeças, usinagem, máquinas, implementos agrícolas, transporte, elétricas, eletroeletrônicas, comunicações, alimentícias, bebidas, hospitalares, farmacêuticas, químicas, cosméticos, limpeza, brinquedos, calçados, vestuário, construção civil, moveleiras, eletrodomésticos e informática, entre outras usuárias de ferramentais dos mais diversos segmentos e processos industriais. A Ferramental tem como pressuposto fundamental que todas as informações nela contidas provêm de fontes fidedignas, portanto, recebidas em boa fé. Logo, não pode ser responsabilizada pela veracidade e legitimidade de tais informações. Quando da aceitação para a publicação, o autor concorda em conceder, transferir e ceder à editora todos os direitos exclusivos para publicar a obra durante a vigência dos direitos autorais. Em especial, a editora terá plena autoridade e poderes para reproduzir a obra para fins comerciais em cópias de qualquer formato e/ou armazenar a obra em bancos de dados eletrônicos de acesso público. As opiniões dos artigos assinados não são necessariamente as mesmas da revista Ferramental. A reprodução de matérias é permitida, desde que citada a fonte. Tiragem: 4.000 exemplares.

www.revistaferramental.com.br
ISSN 1981-240X

DIRETORIA

Christian Dihlmann - Jacira Carrer

REDAÇÃO

Christian Dihlmann
Jornalista Responsável
Giselle Araujo Cemin - SC/02466
jornalismo@revistaferramental.com.br

COLABORADORES

Adriano Fagali de Souza, Dr. Eng.
Carlos Mauricio Sacchelli, Dr. Eng.
Cristiano Vasconcellos Ferreira, Dr. Eng.
Jefferson de Oliveira Gomes, Dr. Eng.
Luís Eduardo Albano
Rolando Vargas Vallejos, Dr. Eng.
Stephan Dihlmann

PUBLICIDADE

Coordenação Nacional de Vendas
Nicholas Dihlmann (47) 99709-0020
contato@revistaferramental.com.br

GESTÃO

Administração
Jacira Carrer (47) 98877-6857
adm@revistaferramental.com.br
Circulação e Assinaturas
circulacao@revistaferramental.com.br

EDITORAÇÃO

Odair J. Jaroczinski | www.behance.net/odairjki

FOTO DE CAPA

Molde de 8 cavidades com refrigeração conformal para injeção de tampa. Foto cedida por Biomec Ferramentaria e Usinagem de Precisão Ltda., de Joinville, SC. Foto de Ketlin Tiertgarten

IMPRESSÃO

Volpato Gráfica Integrada Ltda.
www.graficavolpato.com.br

EDITORA GRAVO LTDA

Rua Jacob Eisenhut, 467 - Tel. (47) 3031-3900
CEP 89203-070 - Joinville/SC

COMPARTILHE O SEU CONHECIMENTO

Quer ter o seu artigo publicado na Revista Ferramental? Envie um e-mail para:
contato@revistaferramental.com.br

NOSSAS REDES SOCIAIS



[facebook.com/
revistaferramental](https://facebook.com/revistaferramental)



[linkedin.com/company/
revistaferramental](https://linkedin.com/company/revistaferramental)



Whatsapp
(47) 9 9709-0020

NOVIDADES E ACONTECIMENTOS DA INDÚSTRIA

01 INOVAÇÃO COM SUSTENTABILIDADE NORTEIA APRESENTAÇÕES DO 4º SIMPÓSIO DO SIMPLÁS



A inovação tecnológica e a busca por maior eficiência estiveram no centro das discussões do 4º Simpósio de Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade, promovido pelo Sindicato Patronal das Indústrias de Material Plástico do Nordeste Gaúcho (Simplás), em 12 de agosto, no auditório da CIC Caxias do Sul. Com o tema “Plástico do Futuro – Inovação, Circularidade e Competitividade”, o evento gratuito reuniu 500 participantes, entre empresários, gestores, profissionais, pesquisadores e estudantes.

Ao longo da programação, especialistas e representantes da indústria apresentaram aplicações práticas e experiências relacionadas à automação, robótica, digitalização, inteligência artificial, sustentabilidade e economia circular. A proposta foi aproximar o setor das tecnologias e estratégias que já estão transformando os processos produtivos e influenciando a competitividade das empresas de plástico.

Para o presidente do Simplás, Claudio Meneghel, o encontro reforçou a necessidade de a indústria acompanhar as transformações tecnológicas e, ao mesmo tempo, compreender como essas ferramentas podem ser aplicadas de maneira estratégica.

“Não estamos falando mais de tecnologias que pertencem ao futuro. Muitas delas já estão nas indústrias e trazendo resultados concretos. O desafio é entender onde estão as melhores oportunidades para cada empresa, como investir e como preparar as pessoas para trabalhar nesse novo cenário. O simpósio cumpriu justamente esse papel de aproximar conhecimento, experiência e aplicação prática”, destaca

O 4º Simpósio do Simplás ainda promoveu, no turno da manhã, a aproximação entre formação profissional, tecnologia

e indústria. Alunos do curso de Ferramentaria apresentaram projetos desenvolvidos ao longo da formação, enquanto o SENAI realizou demonstrações de robótica aplicada à manufatura.

A 5ª edição já está em planejamento, com data marcada para ocorrer no dia 18 de agosto de 2027.

Fonte: SIMPLÁS, simplas.com.br - Créditos: Maicon Menoncin

02 PRIMEIRA TURMA DO CURSO DE FERRAMENTARIA DE MOLDES PARA PLÁSTICO DO SENAI/RS



Durante o 4º Simpósio de Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade do Plástico, organizado pelo SIMPLAS e realizado no dia 12/08/2026, em Caxias do Sul, o presidente da ABINFER e presidente da ISTMA World, Christian Dihlmann, teve a grata satisfação de visitar o stand do SENAI, participando da demonstração dos trabalhos realizada pelos alunos do curso de Ferramentaria de Moldes para Plásticos. Na companhia do Diretor do SENAI, Igor André Krakheche, o presidente Dihlmann manifestou imensa satisfação em comprovar a qualidade do curso e a paixão dos alunos pela ferramentaria. Destacou também o excelente trabalho realizado pelos instrutores que tem entregado um resultado brilhante à indústria gaúcha de moldes e matrizes. Registramos aqui nosso respeito e gratidão ao time SENAI/RS pelo grande trabalho em prol da formação de uma geração de jovens profissionais dedicada e bem-preparada para os desafios vindouros.

PRECISA DE UMA MÁQUINA ALÉM DO PADRÃO?

Desenvolvemos e fabricamos máquinas especiais, com soluções personalizadas para *atender às necessidades* de cada aplicação.

Engenharia sob medida

Desenvolvimento de soluções específicas para os desafios do seu processo.

Configurações personalizadas

Recursos, dimensões e sistemas adaptados às necessidades da sua aplicação.

Fabricação Ferdimat

Da concepção à fabricação, uma solução completa desenvolvida para seu processo.

Solicite agora uma
**proposta
técnica**

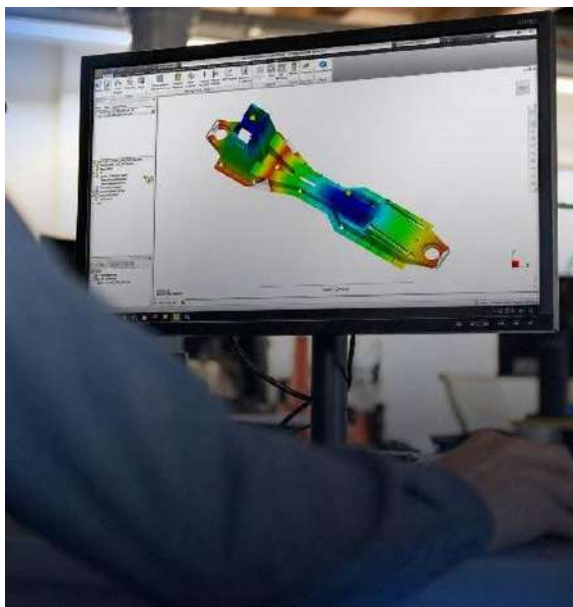


F FERDIMAT

Na foto Any Bortotti Varela, Guilherme Felipe Colombo Santos, Jully Anny De Souza Tochetto, Kauã Cleiton Borges Gambin, Kauan Gabriel Anselmo Fonseca, Laura Alves Da Silva, Moisés de Macedo, Taina Carneiro, Igor André Krakheche e Christian Dihlmann

Fonte: [ABINFER](http://ABINFER.org.br), abinfer.org.br

03 NOVOS SERVIÇOS DE SIMULAÇÃO DE PROCESSOS ENTREGAM GARANTIA DE RENTABILIDADE



A simulação de processos industriais pode reduzir custos e prazos no desenvolvimento de peças plásticas. No desenvolvimento de peças plásticas injetadas, decisões tomadas ainda nas fases iniciais podem ter impacto direto na qualidade do produto, no desempenho do molde e na estabilidade do processo produtivo. A posição dos pontos de injeção, a espessura da peça, o dimensionamento dos canais, o sistema de refrigeração e os parâmetros de processo influenciam diretamente o preenchimento, a compactação, o resfriamento e a deformação do componente. Quando esses aspectos são avaliados apenas durante os testes físicos, eventuais problemas podem exigir novas rodadas de tryout, alterações no produto, correções no molde e ajustes sucessivos de processo. Cada repetição representa horas de máquina, consumo de matéria-prima, mobilização de profissionais e possível atraso no início da produção. Casos publicados pela Autodesk demonstram que a aplicação adequada da simulação pode gerar reduções de aproximadamente 15% a 30% no tempo de desenvolvimento e de 10% a 20% nos custos do projeto, dependendo da complexidade da peça, do momento em que o estudo é

realizado e da capacidade de implementação das melhorias identificadas. Em outro caso, a utilização da simulação no desenvolvimento de moldes permitiu reduzir em cerca de 25% o número de testes físicos. A empresa estimou que uma única rodada eliminada por projeto representaria uma economia anual de aproximadamente 120 horas de linha de produção, considerando o desenvolvimento de 30 novos produtos por ano.

A simulação permite analisar virtualmente o comportamento do material antes da fabricação ou modificação do molde. O estudo pode antecipar dificuldades de preenchimento, linhas de emenda, aprisionamentos de ar, pressões elevadas, força de fechamento, rechupes, desequilíbrios térmicos e tendências de empenamento. O sistema de refrigeração também pode representar uma fonte significativa de economia. Em produções de grande volume, a redução de apenas alguns segundos por ciclo pode gerar um impacto financeiro relevante ao longo do ano.

Entretanto, esses resultados não são automáticos e não devem ser interpretados como garantia para todos os projetos. A confiabilidade do estudo depende da experiência do Analista, da qualidade do CAD, dos dados do material, da representação do molde, das condições de processo e da correta definição das análises. Além do domínio do software, é fundamental que os resultados sejam interpretados por profissionais com experiência prática em produto, molde e processo de injeção. É essa combinação que permite diferenciar um resultado apenas numérico de uma recomendação tecnicamente aplicável à realidade da fabricação.

Quando utilizada desde as etapas iniciais e integrada às equipes de produto, ferramentaria e processo, a simulação deixa de atuar apenas como uma validação final. Ela passa a orientar decisões, comparar alternativas, reduzir tentativas físicas e ampliar a robustez da janela de processo.

Na Soul Moldflow, os estudos são conduzidos por profissionais com experiência prática em toda a cadeia de desenvolvimento de produtos, moldes e processos para plásticos. Essa experiência permite extrair o máximo da ferramenta e transformar os resultados da simulação em decisões técnicas mais seguras, eficientes e alinhadas às condições reais de produção.

Fonte: [Soul Grupo – soulgrp.com](http://Soul Grupo - soulgrp.com)

04 SANDVIK COROMANT DESTACARÁ SOLUÇÕES COMPLETAS DE USINAGEM E EXPERTISE NA IMTS 2026

A Sandvik Coromant destacará sua abordagem abrangente para solucionar desafios reais de usinagem, processamento de metais e produção durante a próxima edição da International Manufacturing Technology Show (IMTS), que acontecerá de 14 a 19 de setembro em Chicago.

Considerada uma das maiores e mais influentes feiras de tecnologia voltadas à manufatura no mundo, a IMTS

reúne a cada dois anos as principais inovações para o setor metalmeccânico global. O evento serve como ponto de encontro estratégico para engenheiros, gestores e fabricantes que buscam tecnologias de ponta para otimizar processos fabris, automatizar linhas de produção e elevar a competitividade na usinagem de precisão.

A Sandvik Coromant convida os visitantes a trazerem seus desafios mais complexos de manufatura e saírem com a solução. Os participantes terão acesso a uma ampla equipe de especialistas pronta para colaborar em desafios específicos de produção, desde o desenvolvimento do componente e planejamento do processo até logística de produção e usinagem. Também poderão receber suporte especializado em temas como investimentos em máquinas, seleção de ferramentas, avaliação de processos, estratégias de usinagem, programação CAM, verificação de processos e muito mais. *“Obter vantagem competitiva no atual ambiente de manufatura exige muito mais do que apenas as ferramentas utilizadas; trata-se de como todo o processo trabalha de forma integrada, do início ao fim”,* afirma Verônica Messersmith, Presidente da Sandvik Coromant nas Américas. *“Na IMTS, reuniremos nosso portfólio completo – ferramentas, soluções digitais e conhecimento especializado – em um espaço colaborativo voltado à resolução de problemas, com foco no conceito de Manufacturing Wellness, ajudando fabricantes a construir operações mais resilientes e eficientes em toda a cadeia de valor.”*



Os visitantes do estande também poderão explorar o amplo portfólio da Sandvik Coromant por meio de experiências digitais avançadas. Utilizando uma mesa interativa de simulação 3D de componentes, os participantes poderão conhecer processos de usinagem de diversos componentes dos segmentos aeroespacial, automotivo e de energia. Com modelos como uma carcaça de motor aeronáutico e um bloco de motor automotivo, a plataforma apresenta o componente, programação da máquina, dicas de setup, seleção de ferramentas e vídeos de aplicação para cada etapa do processo de usinagem. Além disso, os visitantes poderão ver de perto as mais recentes soluções de fresamento, furação e torneamento da Sandvik Coromant operando nos estandes de parceiros

ao longo da feira.

A empresa também apresentará um quiosque imersivo de realidade virtual que oferecerá uma visita exclusiva ao Sandvik Coromant Center e à unidade produtiva de Mebane, na Carolina do Norte. A experiência interativa proporciona uma visão dos bastidores de como a empresa testa e aplica suas próprias ferramentas, tecnologias e abordagem orientada por dados para alcançar excelência em manufatura.

Fonte: [Georgia Cotterill](#)

05 TARIFAS DOS EUA PODEM AFETAR ATÉ US\$ 15 BILHÕES DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS E PRESSIONAR INDÚSTRIA NACIONAL



A imposição de tarifas de 25% pelos Estados Unidos sobre milhares de produtos brasileiros pode gerar impactos relevantes para diferentes setores da economia nacional. A medida decorre da conclusão da investigação da Seção 301, que apontou questões relacionadas à propriedade intelectual, comércio digital, tarifas de importação, etanol e outros temas comerciais.

Segundo o economista e professor da Uninter, Jefferson Marcondes Ferreira, aproximadamente 4 mil produtos brasileiros podem ser alcançados pelas novas tarifas, afetando cerca de US\$ 15 bilhões em exportações anuais.

Entre os setores mais vulneráveis estão a metalurgia, com destaque para ferro-gusa e produtos destinados às siderúrgicas americanas; os segmentos de açúcar e etanol, que enfrentam concorrência da produção norte-americana baseada no milho; além de madeira e produtos madeiros, cujas empresas, em sua maioria de pequeno e médio porte, têm menor capacidade de absorver o aumento dos custos.

Outros setores que podem sentir os efeitos da medida são máquinas e equipamentos, calçados, têxteis, vestuário, além de partes das cadeias de papel, produtos químicos e

farmacêuticos. O encarecimento dos produtos brasileiros tende a reduzir a competitividade e pode resultar em perda de contratos e mercados. Por outro lado, produtos relevantes da pauta exportadora brasileira, como café, carne bovina, suco de laranja, celulose e parte do setor aeronáutico, permanecem protegidos por exceções previstas nas medidas anunciadas.

Para Jefferson Marcondes Ferreira, os impactos não se limitam ao comércio exterior. A disputa comercial pode afetar investimentos, confiança empresarial, emprego industrial e até setores ligados ao comércio e serviços. Apesar disso, ele avalia que parte das perdas poderá ser mitigada pela busca de novos mercados, especialmente na Ásia e na Europa, embora esse processo demande tempo e adaptação. *"Ainda é cedo para dimensionar todos os efeitos das novas tarifas. Não há elementos para afirmar que o Brasil enfrentará uma recessão por conta dessa medida, mas alguns setores poderão sofrer impactos significativos no curto prazo. O desafio será reduzir perdas e ampliar alternativas comerciais"*, afirma o professor.

Fonte: [Elaine Avila](#)

06 ROBÔS INDUSTRIAIS: COMO FUNCIONAM E POR QUE SE TORNARAM ESTRATÉGICOS PARA A INDÚSTRIA



Com a busca por produtividade e qualidade cada vez mais acirrada, o robô industrial se firmou como um dos pilares da automação fabril. Diante disso, a Mitsubishi Electric Brasil entende a importância de compreender o que é e como funciona esse equipamento, e traduz esse conhecimento em soluções que ajudam indústrias de diferentes portes a avaliar onde a robotização pode gerar mais valor.

"Um robô industrial é um manipulador mecânico multifuncional, programável em três ou mais eixos, projetado para mover peças, ferramentas ou dispositivos por meio de movimentos automatizados. Diferente de uma máquina fixa, ele pode ser reprogramado e reaproveitado para diferentes tarefas, o que muda completamente a lógica de investimento em

produção", afirma Renan Rubim de Castro Souza, Supervisor de Marketing de Produto da Mitsubishi Electric Brasil.

De forma geral, o equipamento é composto por uma base fixa ou móvel, um braço articulado com múltiplas juntas, um efetuador final, a "mão" do robô, que pode ser uma garra, ventosa, ferramenta de solda ou pistola de pintura, e um controlador responsável por processar comandos e coordenar os movimentos. Sensores e sistemas de visão computacional também podem ser integrados, permitindo que o robô identifique posição, formato e até pequenas variações nas peças manipuladas.

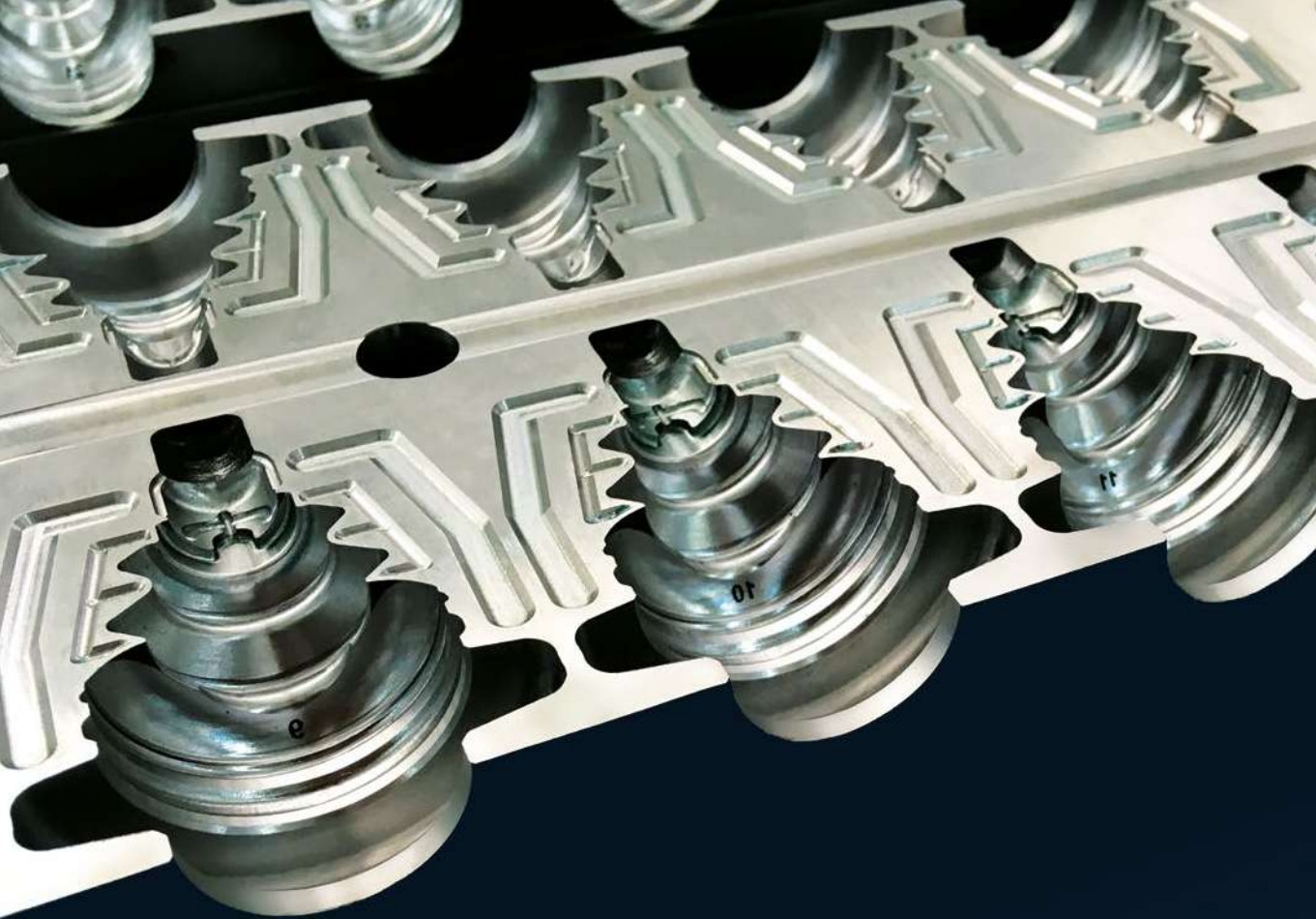
Entre os modelos mais utilizados na indústria estão os robôs articulados verticais, que se assemelham a um braço humano e cobrem grandes áreas de trabalho com alta capacidade de carga, e os robôs horizontais, do tipo Scara, voltados a tarefas de alta velocidade e precisão, como montagem eletrônica e manuseio de alimentos e fármacos. *"A escolha do tipo de robô depende diretamente do que se espera dele, como por exemplo carga, alcance, repetibilidade e o ritmo da linha de produção são variáveis que definem o modelo ideal para cada operação"*, explica Souza.

Hoje, robôs industriais são empregados em processos de montagem, paletização e movimentação de cargas, embalagem e envase, especialmente em alimentos, bebidas e farmacêutico, onde higiene e velocidade são críticas, inspeção e controle de qualidade com sensores de visão, além do abastecimento de máquinas CNC, tornos e centros de usinagem. Ao assumir tarefas repetitivas, perigosas ou que exigem alta precisão, os robôs liberam trabalhadores para funções de maior valor agregado, como supervisão, manutenção e melhoria contínua dos processos.

Por outro lado, a adoção de robôs industriais ainda esbarra em desafios como o desconhecimento sobre qual tipo de robô se adequa a cada processo, a resistência a mudanças em linhas já consolidadas e a percepção de que o investimento é elevado ou complexo de integrar. Diagnósticos prévios e projetos de automação personalizados têm se mostrado o caminho mais seguro para empresas que estão dando os primeiros passos na robotização.

Além dos robôs tradicionais, que costumam operar isolados por questões de segurança, ganha espaço a robótica colaborativa, projetada para atuar lado a lado com pessoas em determinadas etapas do processo. Equipados com sensores de força e sistemas de parada segura, esses robôs ampliam o leque de aplicações, principalmente em linhas com espaço reduzido ou tarefas que alternam intervenção humana e automação. *"Cada linha de produção tem uma necessidade diferente, e o robô certo é aquele que se integra ao processo sem exigir que a fábrica se reinvente. Nosso papel é apoiar essa escolha com soluções escaláveis, capazes de entregar ganhos concretos de produtividade e mostrar que investir em robótica também significa investir em segurança, qualidade e competitividade de longo prazo"*, destaca Renan. ■

Fonte: [Julia Claro / Agência Race](#)



meccatus

I N D U S T R I A L

Moldes | Automação | Foundry Solutions | Serviços

*Onde engenharia, indústria e alta tecnologia
se encontram para criar soluções em moldes,
ferramentais e dispositivos.*

**Fale com nossos especialistas e leve
mais eficiência para sua produção.**

Produzindo futuro.

Escaneie para ver
nossa apresentação:



(47) 3028 1527 

comercial@meccatus.com.br 

www.meccatus.com.br 

Joinville/SC 

TÜV NORD
TÜV NORD Brasil

ISO 9001

tuv-nord.com/br

HPDDC: INOVAÇÃO DISRUPTIVA EM MOLDES PARA *DIE CASTING* – GANHO NOS RESULTADOS ECONÔMICOS

POR CHRISTIAN DIHLMANN, STEPHAN DIHLMANN E NICHOLAS DIHLMANN



Imagem ilustrativa de Magnific

A crescente demanda por componentes metálicos de elevada precisão, impulsionada principalmente pelos setores automotivo, aeroespacial, eletroeletrônico e de mobilidade elétrica, exige processos produtivos cada vez mais eficientes, sustentáveis e competitivos.

O mercado mundial de fundição sob pressão de metais não-ferrosos (*Die Casting*) deverá crescer de US\$ 35,42 bilhões em 2024 para US\$ 63,36 bilhões em 2035, apresentando uma taxa média de crescimento anual (CAGR) de 6,24%, sendo a Ásia-Pacífico simultaneamente o maior e o mercado de maior crescimento [1, 2].

Nesse cenário, torna-se indispensável o desenvolvimento de tecnologias capazes de aumentar significativamente a produtividade dos processos de fabricação.

Como ameaças ao estágio atual das grandes empresas transformadoras e produtoras de peças de metais não-ferrosos injetadas sob pressão estão: as principais crises econômicas do mercado que podem diminuir a demanda por veículos e componentes, afetando diretamente as vendas e a lucratividade das companhias; as flutuações nos preços das matérias-primas, especialmente no alumínio, podem influenciar a lucratividade e a competitividade de mercado; a intensa concorrência de outros fabricantes de fundição sob pressão (HPDC – *High Pressure Die Casting*) e tecnologias emergentes pode pressionar preços e participação de mercado.

Este artigo apresenta o conceito HPDDC – *High Pressure Double Die Casting*, um inovador molde destinado à fundição sob pressão de metais não ferrosos. Trata-se de uma tecnologia inédita em nível mundial, redesenhada para produzir o dobro de peças sem alteração da máquina injetora,

suportando as severas condições de temperatura, pressão e velocidade e o processo de enchimento das cavidades, características da fundição sob pressão de ligas metálicas.

Os resultados atingidos indicam potencial para duplicação da produtividade, reduzindo simultaneamente o custo unitário de produção para aproximadamente 52% do processo convencional e duplicando a disponibilidade de máquina no parque fabril, estabelecendo um novo paradigma tecnológico para a indústria mundial de moldes. Em outras palavras, de um lado reduz o custo unitário da peça produzida e de outro aumenta em fator 2 a disponibilidade da máquina injetora.

PANORAMA MUNDIAL DO MERCADO DE FUNDIÇÃO SOB PRESSÃO

O mercado global demonstra forte expansão. Segundo estudos recentes de mercado:

- **Mercado em 2024 para metais não-ferrosos fundidos sob pressão:** US\$ 35,42 bilhões;
- **Mercado projetado para 2035 para metais não-ferrosos fundidos sob pressão:** US\$ 63,36 bilhões (Figura 1) com CAGR: 5,73%;
- **Mercado projetado para 2035 para alumínio fundido sob pressão:** US\$ 51,71 bilhões (Figura 2) com CAGR: 5,84%;
- **Maior segmento por tipo de metal fundido:** 80,75% para alumínio;
- **Segmento mais rápido por processo de produção:** 62,93% injeção sob pressão com vácuo;
- **Maior segmento por região:** 56,78% para Ásia-Pacífico;
- **Transformador com maior participação no mercado:** 9,62% para Nematik, México (Figura 3);
- **Mercado de maior crescimento:** Ásia-Pacífico.

O aumento da demanda é impulsionado principalmente por: veículos elétricos; redução de peso estrutural; substituição de componentes usinados; produção em larga escala; digitalização da manufatura.

Esse cenário evidencia que ganhos incrementais de produtividade deixam de ser suficientes. A competitividade internacional exige tecnologias disruptivas.

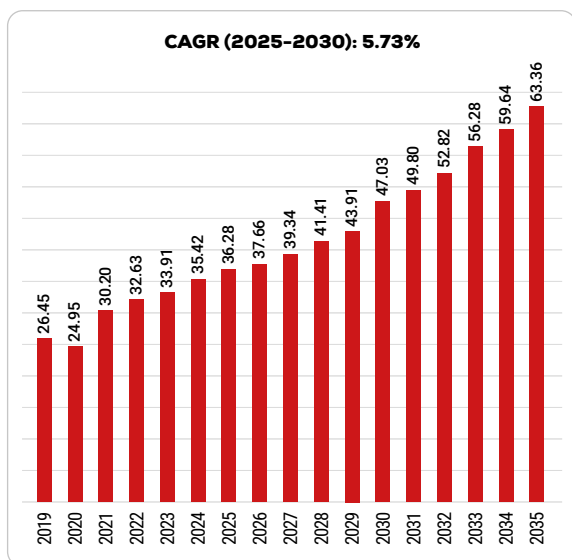


Figura 1 – Evolução do mercado de metais não ferrosos fundidos sob pressão (die-casting) em bilhões de USD [1]

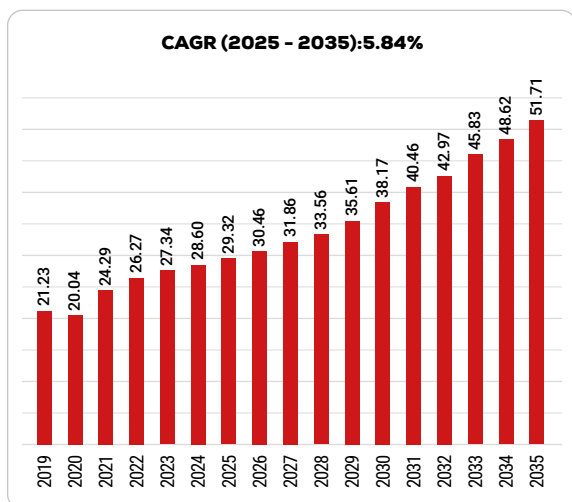


Figura 2 – Evolução do mercado de alumínio fundido sob pressão (die-casting) em bilhões de USD [1]

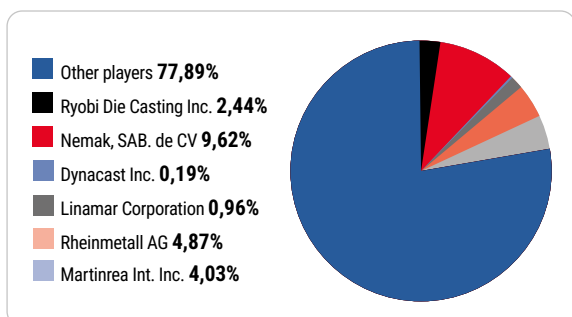


Figura 3 – Principais empresas do segmento de fundição sob pressão (die-casting) [1]

CONCEITUAÇÃO

A fundição sob pressão de metais não ferrosos (HPDC) representa um dos processos de fabricação mais importantes da indústria moderna. Componentes produzidos em alumínio, magnésio e zinco estão presentes em praticamente todos os veículos, equipamentos industriais, eletrodomésticos, dispositivos eletrônicos e sistemas estruturais.

Entretanto, embora as máquinas de fundição tenham evoluído significativamente nas últimas décadas, a arquitetura básica dos moldes permanece praticamente inalterada.

O processo convencional utiliza moldes de abertura simples, contendo apenas uma superfície moldante ativa. Cada ciclo de produção resulta em apenas uma etapa produtiva por conjunto de cavidades, limitando diretamente a capacidade da máquina.

Essa limitação representa atualmente um dos principais gargalos tecnológicos da indústria de fundição sob pressão.

ANÁLISE DE CUSTOS DE PRODUÇÃO

O preço de venda de uma peça de alumínio fundida sob pressão (HPDC) deve ser calculado a partir do custo completo da peça adicionado a margem, mas há alguns componentes específicos do processo que precisam ser tratados corretamente.

A estrutura recomendada para uma ferramentaria/fundição é:

Custo do alumínio consumido

O cálculo não deve considerar simplesmente o peso líquido da peça. É necessário considerar o peso total injetado, considerando conforme equação 1.

Equação 1

Peso de alumínio consumido = peça + canais + massalotes/overflow + perdas de processo

Por exemplo: peso da peça 1,20 kg; canais e retornos 0,35 kg; e perdas de 5%. O peso efetivamente consumido é de aproximadamente 1,63 kg/ciclo. Se o alumínio custar R\$ 12,00/kg, resulta em um custo de alumínio de R\$ 19,56. Se houver reaproveitamento interno dos canais, é necessário separar alumínio primário e retorno reciclado, pois o custo médio efetivo será diferente.

Custo da máquina

Esse é um dos componentes mais importantes. Para uma máquina de, por exemplo, 300 t, você deve calcular um custo horário que inclua: depreciação; manutenção; energia elétrica; óleo hidráulico; água; espaço ocupado; mão de obra; seguro; custos indiretos; remuneração do capital.

Por exemplo, custo da célula de R\$ 350/h. Se o ciclo for de 60 segundos, temos 60 peças/hora. Então o custo de máquina/peça será de R\$ 5,83. Mas atenção: se o molde

produzir 2 peças por ciclo, serão 120 peças/hora e o custo cai para R\$ 2,92/peça.

Por isso, número de cavidades e tempo de ciclo são fundamentais para determinar o preço.

Mão de obra

Pode ser calculada por hora da célula ou separadamente.

Por exemplo: operador; abastecedor; inspeção; rebarbação; embalagem. Se a mão de obra direta custar R\$ 80/h e forem produzidas 60 peças/h, então resulta em R\$ 1,33/peça.

Energia

Uma célula HPDC consome energia principalmente em: injetora; forno; sistema hidráulico; robô/manipulador; pulverização; refrigeração; e exaustão. O ideal é medir o consumo real da célula em kWh por hora.

Por exemplo, se a máquina injetora tiver consumo de 150 kWh, ao valor de R\$ 0,80/kWh, o resultado do custo de energia será igual a R\$ 120/h. Com 60 peças/h, resulta em um preço por peça de R\$ 2,00.

Molde

O custo do molde deve ser amortizado sobre a quantidade prevista de peças. Então, suponha: molde com valor de R\$ 300.000 e vida econômica de 300.000 peças. Então temos um valor de R\$ 1,00/peça. Porém, é recomendado não simplesmente dividir o preço do molde pela vida nominal. Mais indicado considerar também a manutenção conforme equação 2.

Equação 2

Custo do molde = amortização + manutenção + componentes de reposição + risco de reforma

Refugo

Esse item é frequentemente esquecido. Se a taxa de refugo for 5%, o custo efetivo da peça boa não é simplesmente o custo multiplicado por 1,05. A fórmula correta é descrita na equação 3.

Equação 3

Custo por peça boa = Custo por peça produzida ÷ (1 - taxa de refugo)

Em um exemplo, com 5% de refugo, divide-se o custo de produção por 0,95, entregando um custo final de uma peça que teoricamente custaria R\$ 40,00 para ser produzida passando a, de fato, ter o custo efetivo de R\$ 42,11.

Rebarbação e acabamento

Depois da injeção, a peça normalmente precisa passar por: corte de canais; remoção de rebarbas; tamboreamento, se aplicável; usinagem; lavagem; inspeção; eventualmente tratamento superficial.

Esses processos podem representar uma parcela significativa do custo, mas não serão consideradas aqui por limitação do escopo no processo de injeção da peça a ser produzida.

Custo total

O custo total é, naturalmente, a soma de todos os fatores mencionados: material da peça; máquina injetora, energia, mão de obra, molde, rebarbação, serviços de acabamento, inspeção e refugo.

Formação do preço de venda

Aqui existe uma diferença importante entre markup e margem. Se a intenção, por exemplo, é de 20% de margem sobre o preço de venda, deve seguir a equação 4.

Equação 4 Preço = Custo ÷ (1 - margem)

Portanto, em um exemplo de R\$ 38,55 de custo efetivo, o valor de venda será de R\$ 48,19, com margem de 20% e markup de 25%. Se usar simplesmente R\$ 38,55 multiplicado por 1,20, resulta em preço final de R\$ 46,26, e a margem ficará em 16,7% enquanto o markup será de 20%.

A fórmula completa para uma operação de HPDC, torna-se então a equação 5.

Equação 5

Preço de venda = [Alumínio + máquina + energia + mão de obra + molde + manutenção + acabamento + usinagem + qualidade + embalagem + custos indiretos + perdas] ÷ (1 - margem desejada)

Devem ser ainda considerados os impostos, despesas comerciais e financeiras conforme o regime da empresa. Por vezes estes componentes estão inseridos no *markup*, portanto é necessário avaliar atentamente esta composição.

Portanto, para determinar corretamente o preço de uma peça HPDC, precisamos conhecer pelo menos: peso da peça, peso injetada, número de cavidades, ciclo, máquina, disponibilidade/OEE, refugo, preço do alumínio, operações posteriores, volume anual, custo do molde, embalagem, tributos, despesas não operacionais, e margem desejada.

APLICAÇÃO PRÁTICA DE UM CASO EM HPDDC

Para validar a proposta do HPDDC, foi desenvolvido um projeto a partir do Edital nº 11/2024 - Programa FINEP-TECNOVA III/SC, da FAPESC - Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, com o objetivo de duplicação da produtividade de peças fundidas em metais não-ferrosos com a respectiva redução do custo de produção por peça injetada.

Seleção e desenvolvimento do produto

O produto desenvolvido foi uma chapa de sanduicheira para fogão, produzida em alumínio, por conta de ser, na versão de mercado, composta de dois componentes iguais e simétricos (Figura 4).

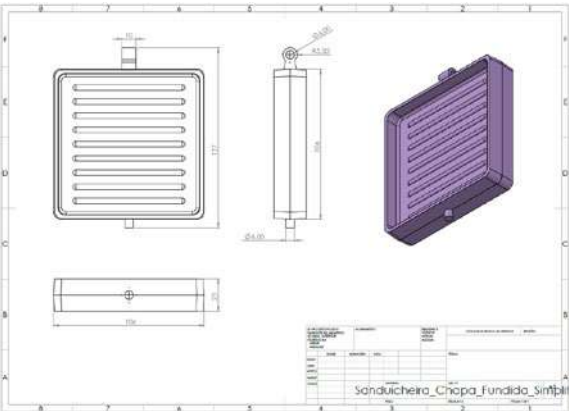


Figura 4 – Produto Sanduicheira para fogão [Fonte: Os autores, 2025]

Assim sendo, o estudo contempla o projeto e construção de um molde no conceito HPDDC. Já o comparativo considera o custo de produção da peça em três tipos de configuração com os cálculos financeiros baseados em:

- Molde com 1 (uma) cavidade no processo convencional, com máquina 160t;
- Molde com 2 (duas) cavidades em processo convencional, com máquina 300t e;
- Molde 2 (duas) no processo HPDDC, com máquina 160t.

Dados e metodologia para cálculo do custo-hora da máquina injetora

A metodologia de cálculo aplicada para determinação do custo-hora de cada modelo de máquina é baseada no custo ABC (Activity Based Cost), e apresentada na figura 5 para a máquina injetora de 160t e na figura 6 para a máquina injetora de 300t.

Consideram-se ainda a perda metalúrgica de 2,5% e a perda de processo de 1,5%, já incluídas na planilha de cálculo. Dessa forma, as planilhas resultaram um custo-hora de R\$ 220,40 para a máquina injetora de 160t e um custo-hora de R\$ 319,83 para o modelo de 300t.

Premissas e dados de processo para cálculo de custo da peça injetada

Considerando as dimensões dos moldes de 1 cavidade no padrão normal e do molde de 2 cavidades no conceito HPDDC, foi selecionada a máquina injetora com força de fechamento de 160 toneladas, e para o molde padrão de 2 cavidades, uma máquina injetora de 300 toneladas. Nos custos formatados já estão incluídos o manipulador para remoção de peças e pulverização com desmoldante, bem como a unidade de forno

Dados para Cálculo de Custos por Máquina				
Empresa:		Responsável:		Data: 17/08/2026
Máquina/Célula: Injetora Istra 01 160t ci robô		Modelo:	N de Série:	Ano Fabr.:
1. Mão de obra utilizada/mês				
PROFISSIONAL 1				
101 Salário	3.500,00	R\$	102 Vale refeição	100,00 R\$
103 Plano de saúde	65,00	R\$	104 Vale transporte	0,00 R\$
105 Treinamento	100,00	R\$	106 Outros custos	0,00 R\$
107 Outros benefícios	0,00	R\$	108 Horas trabalhadas/mês	176,00 h/mês
109 Remuneração total (101 + 102 + 104 + 105 + 106 + 107)	3.765,00		R\$	
110 Remuneração total/h (109 / 108)	21,39		R\$/h	
PROFISSIONAL 2				
111 Salário	3.500,00	R\$	112 Vale refeição	100,00 R\$
113 Plano de saúde	65,00	R\$	114 Vale transporte	0,00 R\$
115 Treinamento	100,00	R\$	116 Outros custos	0,00 R\$
117 Outros benefícios	0,00	R\$	118 Horas trabalhadas/mês	176,00 h/mês
119 Remuneração total (111 + 112 + 114 + 115 + 116 + 117)	3.765,00		R\$	
120 Remuneração total/h (119 / 118)	21,39		R\$/h	
PROFISSIONAL 3				
121 Salário	0,00	R\$	122 Vale refeição	0,00 R\$
123 Plano de saúde	0,00	R\$	124 Vale transporte	0,00 R\$
125 Treinamento	0,00	R\$	126 Outros custos	0,00 R\$
127 Outros benefícios	0,00	R\$	128 Horas trabalhadas/mês	0,00 h/mês
129 Remuneração total (121 + 122 + 124 + 125 + 126 + 127)	0,00		R\$	
130 Remuneração total/h (129 / 128)	0,00		R\$/h	
TOTALIZAÇÃO PROFISSIONAIS				
131 Total horas/mês (108 + 118 + 128)	352,00		h/mês	
132 Número total de funcionários (1, 2 ou 3)	2,00		func	
133 Salário hora (110 + 120 + 130) / 132	21,39		R\$/h	
134 Taxa de encargos trabalhistas	90,00		%	
2. Máquina/Célula				
EQUIPAMENTO				
135 Custo de aquisição	800.000,00	R\$	136 Custo de acessórios	56.000,00 R\$
137 Custo de instalação	80.000,00	R\$	138 Taxa manutenção anual	3,00 %
139 Espaço físico ocupado	32,00	m²	140 Potência total consumida	34,00 kW/h
141 Tempo de uso	0 - 1 turno	10 anos	142 Horas úteis/ano 1 turno	2.112 h/ano
	0 - 2 turnos	6 anos	Horas úteis/ano 2 turnos	4.224 h/ano
	0 - 3 turnos	5 anos	Horas úteis/ano 3 turnos	6.336 h/ano
Observações:				
Nas células 136, 138 e 142 não pode haver número igual a 0. Se não houver função, insira o valor igual a 1.				

Figura 5 – Ficha de cálculo de custo hora-máquina para injetora de 160t [Fonte: Os autores, 2026]

Custos por Máquina/Célula					
Empresa:		Responsável:		N de Série:	
Máquina/Célula:		Modelo:			
3. Dados básicos		Transferir para coluna VALOR		Unidade	Valor
		Cálculo dos campos	(1) Resultado dos campos		
201	Custo de Aquisição	135	R\$		800.000,00
202	Custo de acessórios	136	R\$		56.000,00
203	Custo de instalação	137	R\$		80.000,00
204	Soma dos custos de aquisição	201+202+203	R\$		\$336.000,00
205	Tempo de uso em anos	141	anos		10,00
206	Taxa de inflação anual		%/ano		5,00
207	Custo de reposição técnico (2)	204/(100-205/100)*206	R\$		1.524.645,37
208	Custo de reposição adotado		R\$		1.067.251,78
209	Taxa de juros por ano		%/ano		14,25
210	Espaco físico ocupado	139	m²		32,00
211	Aluguel metro quadrado mensal		R\$/m²/mês		30,00
212	Custo de manutenção por ano	138	%		3,00
213	Potência da máquina	140	kW/h		34,00
214	Tempo de operação (eficiência)		%		70,00
215	Custo de energia elétrica		R\$/kWh		1,20
216	Custo de ferramenta por ano		R\$/ano		24.000,00
217	Salário hora	133		R\$/h	21,39
218	Custos extras em % do item 217 (encargos)	134	%		90,00
219	Horas úteis por ano	142	h/ano		4.224,00
4. Determinação dos custos fixos					
220	Depreciação	207/205	R\$/ano		106.725,18
221	Juros	208/209/100	R\$/ano		133.380,00
222	Custo de espaço físico	210/211/12/mês	R\$/ano		11.520,00
223	Manutenção	206/212/100	R\$/ano		32.017,55
224	Custo fixo por ano	220+221+222+223	R\$/ano		283.642,73
225	Custo fixo por hora	224/219	R\$/h		67,15
5. Determinação dos custos variáveis					
226	Custo de energia	215/216/219/100	R\$/h		40,80
227	Custo de ferramenta	216/219	R\$/h		5,60
228	Custo de salários	217	R\$/h		21,39
229	Custo extra de salários	228/219/100	R\$/h		19,25
230	Custos variáveis sem salários	226+227	R\$/h		46,40
231	Custos variáveis com salários	228+229+230	R\$/h		87,15
6. Determinação do custo hora/máquina ou hora/célula					
232	Custo sem mão-de-obra	225+230	R\$/h		162,33
233	Custo com mão-de-obra	225+231	R\$/h		220,40
Observações:					Faturamento máximo (R\$)
					77.379,28
(1) Resultado dos campos da Planilha Dados/Cálculo/Custo.					
(2) No item 207, atentar para a fórmula, considerando o resultado entre parênteses (), elevado à potência do item 206 (tempo de uso em anos igual a 10, 5 ou 5). O resultado deste cálculo é transferido para a coluna valor do item 207.					

Dados para Cálculo de Custos por Máquina									
Empresa				Responsável		Data: 17/05/2026			
Máquina/Célula: Injetora Idra 03 300t c/ robo				Modelo:		N de Série:		Ano Fabr.:	
1. Mão de obra utilizada/mês									
PROFISSIONAL 1									
101	Salário	3.500,00	R\$	102	Vale refeição	100,00	R\$		
103	Plano de saúde	65,00	R\$	104	Vale transporte	0,00	R\$		
105	Treinamento	100,00	R\$	106	Outros custos	0,00	R\$		
107	Outros benefícios	0,00	R\$	108	Horas trabalhadas/mês	176,00	h/mês		
109	Remuneração total (101 + 102 + 103 + 104 + 105 + 106 + 107)					3.765,00	R\$		
110	Remuneração total/h (109 / 108)					21,39	R\$/h		
PROFISSIONAL 2									
111	Salário	3.500,00	R\$	112	Vale refeição	100,00	R\$		
113	Plano de saúde	65,00	R\$	114	Vale transporte	0,00	R\$		
115	Treinamento	100,00	R\$	116	Outros custos	0,00	R\$		
117	Outros benefícios	0,00	R\$	118	Horas trabalhadas/mês	176,00	h/mês		
119	Remuneração total (111 + 112 + 113 + 114 + 115 + 116 + 117)					3.765,00	R\$		
120	Remuneração total/h (119 / 118)					21,39	R\$/h		
PROFISSIONAL 3									
121	Salário	0,00	R\$	122	Vale refeição	0,00	R\$		
123	Plano de saúde	0,00	R\$	124	Vale transporte	0,00	R\$		
125	Treinamento	0,00	R\$	126	Outros custos	0,00	R\$		
127	Outros benefícios	0,00	R\$	128	Horas trabalhadas/mês	0,00	h/mês		
129	Remuneração total (121 + 122 + 123 + 124 + 125 + 126 + 127)					0,00	R\$		
130	Remuneração total/h (129 / 128)					0,00	R\$/h		
TOTALIZAÇÃO PROFISSIONAIS									
131	Total horas/mês (108 + 118 + 128)					352,00	h/mês		
132	Número total de funcionários (1, 2 ou 3)					2,00	func		
133	Salário hora (110 + 120 + 130) / 132					21,39	R\$/h		
134	Taxa de encargos trabalhistas					90,00	%		
2. Máquina/Célula									
EQUIPAMENTO									
135	Custo de aquisição	1.350.000,00	R\$	136	Custo de acessórios	94.500,00	R\$		
137	Custo de instalação	135.000,00	R\$	138	Taxa manutenção anual	3,00	%		
139	Espaço físico ocupado	50,00	m2	140	Potência total consumida	55,00	kW/h		
141	Tempo de uso	O - 1 turno O - 2 turnos O - 3 turnos	10 anos 8 anos 5 anos	142	Horas úteis/ano 1 turno Horas úteis/ano 2 turnos Horas úteis/ano 3 turnos	2.112 4.224 6.336	h/ano		
Observações									
Nas células 108, 118 e 128 não pode haver número igual a 0. Se não houver função, inserir o valor igual a 1.									

Figura 6 – Ficha de cálculo de custo hora-máquina para injetora de 300t [Fonte: Os autores, 2026]

de fusão para operação das respectivas máquinas.

A vida útil considerada para as máquinas injetoras é de 42.240h, desdobradas em operação por 10 anos, a 12 meses por ano, 22 dias por mês, e 16 horas por dia. Isso representa uma taxa de ocupação de 48,9% da capacidade total disponível de 86.400h para o período de 10 anos. A tabela 1 expõe os dados e critérios considerados. Se essa taxa de ocupação for melhorada, os resultados serão ainda mais expressivos.

Máquina injetora	Modelo 160t	Modelo 300t
Custo Máquina + Manipulador [R\$]	800000	1350000
Vida Útil do Conjunto [h]	42240	42240
Custo Mão de Obra [R\$/h]	58,07	58,07
Custo Energia [R\$/h]	1,2	1,2
Depreciação do Conjunto [R\$/h]	18,94	31,96
Custo da Área ocupada [R\$/h]	32	55
CUSTO MANUTENÇÃO [R\$/H]	1,89	3,2
CUSTO OPERAÇÃO [R\$/H]	220,4	319,83

Tabela 1 – Dados das máquinas injetoras consideradas [Fonte: Os autores, 2026]

Como mencionado, em se tratando das premissas para o componente “molde”, foi considerado molde de 1 cavidade no padrão convencional, molde de 2 cavidades no conceito HPDDC, e molde no padrão convencional de 2 cavidades.

Custos por Máquina/Célula									
Empresa:				Responsável:					
Máquina/Célula:				Modelo:		N de Série:			
3. Dados básicos		Transferir para coluna VALOR			Unidade	Valor			
		Cálculo dos campos							
		(1) Resultado dos campos							
201	Custo de Aquisição			105	R\$	1.350.000,00			
202	Custo de acessórios			106	R\$	94.500,00			
203	Custo de instalação			107	R\$	135.000,00			
204	Soma dos custos de aquisição			205-202-203	R\$	1.579.500,00			
205	Tempo de uso em anos			141	anos	10,00			
206	Taxa de inflação anual				%/ano	5,00			
207	Custo de reposição técnica (2)			204*(100-206)/100	R\$	2.572.839,06			
208	Custo de reposição adotado				R\$	1.800.987,34			
209	Taxa de juros por ano				%/ano	14,25			
210	Espaço físico ocupado			139	m2	50,00			
211	Aluguel metro quadrado mensal				R\$/m2/mês	30,00			
212	Custo de manutenção por ano			138	%	3,00			
213	Potência da máquina			140	kWh	55,00			
214	Tempo de operação (eficiência)				%	70,00			
215	Custo de energia elétrica				R\$/kWh	1,20			
216	Custo de ferramental por ano				R\$/ano	18.000,00			
217	Salário hora			133	R\$/h	21,39			
218	Custos extras em % do item 217 (encargos)			134	%	90,00			
219	Horas úteis por ano			142	Mês	4.224,00			
4. Determinação dos custos fixos									
220	Depreciação			208/205	R\$/ano	180.988,73			
221	Juros			204*(209/100)	R\$/ano	225.078,75			
222	Custo do espaço físico			210*(211/12)/12	R\$/ano	18.000,00			
223	Manutenção			208*(212/100)	R\$/ano	54.029,62			
224	Custo fixo por ano			220-221-222-223	R\$/ano	477.207,10			
225	Custo fixo por hora			224/219	R\$/h	112,98			
5. Determinação dos custos variáveis									
226	Custo de energia			213*(214/100)/60	R\$/h	86,00			
227	Custo de ferramental			216/219	R\$/h	4,26			
228	Custo de salários			217*(219/60)	R\$/h	21,39			
229	Custo extra de salários			218*(219/60)	R\$/h	19,26			
230	Custos variáveis sem salários			226-227	R\$/h	70,26			
231	Custos variáveis com salários			229-228-229	R\$/h	110,91			
6. Determinação do custo hora/máquina ou hora/célula									
232	Custo sem mão-de-obra			225-230	R\$/h	261,77			
233	Custo com mão-de-obra			225-231	R\$/h	319,83			
						Faturamento máximo (R\$)			
						182.566,27			
Observações									
(1) Resultado dos campos da Planilha Custos/Cálculo/Custo.									
(2) No item 207, atentar para a fórmula, considerando o resultado entre parênteses (), elevado à potência do item 205 (tempo de uso em anos igual a 10, 8 ou 5). O resultado deste cálculo é transferido para a coluna valor da planilha 207.									

Os valores estão apresentados na tabela 2, juntamente com a vida útil do ferramental equivalente a 100.000 ciclos e ciclo calculado de 54 segundos por injetada. Estas informações estão apresentadas na tabela 2.

Molde	Convencional simples	Convencional duplo	Hppdc
Cavidades [unidade]	1	2	2
Preço [R\$]	250.000,00	440.000,00	450.000,00
Ciclo [s]	54	54	54
Vida Útil do Molde [ciclos]	100.000	100.000	100.000

Tabela 2 – Dados dos moldes considerados [Fonte: Os autores, 2026]

Adicionalmente, para o componente “peça” a ser ensaiado, os critérios adotados estão apresentados na tabela 3.

PEÇA	Convencional Simples	Convencional Duplo	HPDDC
Cavidades [unidade]	1	2	2
Material A380 [R\$/kg]	15	15	15
Peça [kg]	0,12	0,12	0,12
Bolacha [kg]	0,08	0,08	0,08
Canal secundário 1 [kg]	0,08	0,08	0,08
Canal secundário 2 [kg]	-	0,08	0,08

Tabela 3 – Dados da peça chapa de sanduicheira [Fonte: Os autores, 2026]

Como premissas de “*atos financeiros*”, estão descritos na tabela 4 os critérios adotados.

FINANCEIRO	Valores
Lucro [%]	12,00%
Tributos [%]	19,70%
Taxa de juros anual [%]	14,25%
Inflação anual [%]	5,00%
Despesas comerciais [%]	4,00%
Despesas financeiras [%]	2,60%
Despesas administrativas [%]	3,20%

Tabela 4 – Dados financeiros considerados [Fonte: o autor, 2026]

Para cálculo do custo operacional, foram ainda consideradas as seguintes premissas:

- Os canais secundários, adicionados de massalotes e bolsas (*overflow*) retornam ao processo de fusão, portanto, há necessidade de calcular a energia dissipada na refusão do material para reuso. Para

fundir 1 kg de alumínio em um processo de *die casting*, de 25°C para 660°C, são necessários aproximadamente 0,6 kWh de energia, considerando perdas típicas de forno industrial. O valor teórico mínimo é menor (~0,3 kWh/kg), mas na prática o consumo real é quase o dobro devido às ineficiências 3]. Este valor representa, para cada ciclo, mais uma parcela de custo incorrido;

- Refugo de 5% para o processo como um todo.

A tabela 5 traz, a partir das considerações adotadas, o cálculo final do custo operacional para produção da peça ensaiada. A tabela 6, da mesma forma, apresenta os custos não operacionais do processo incorrido na peça ensaiada. E a tabela 7 finaliza com o cálculo do CPV – Custo do Produto vendido a partir da soma dos custos operacionais e custos não operacionais.

Percebe-se que o rendimento metalúrgico é consideravelmente melhor nas opções com 2 cavidades, conforme demonstrado na tabela 8.

No cenário estudado, a tabela 9 traz o cálculo do preço final de venda do produto para cada configuração ensaiada. Foi ainda adotado o preço de venda final como R\$ 12,46/peça porque, em teoria, o mercado já aceita esse valor. Dessa forma, se manter o valor, é possível maximizar o lucro.

Custo operacional	Convencional simples	Convencional duplo	HPPDC
Cavidades	1	2	2
Máquina/manipulador [R\$/h]	220,4	319,83	220,4
Máquina/manipulador [ciclos/h]	66,67	66,67	66,67
Máquina/manipulador [R\$/ciclo]	3,31	4,8	3,31
Material peça [R\$/ciclo]	1,77	3,54	3,54
Material bolacha [R\$/ciclo]	1,2	1,2	1,2
Material canal secundário total [R\$/ciclo]	1,2	2,4	2,4
Energia por canal (0,27 kWh/kg) [R\$/ciclo]	0,0518	0,0778	0,0778
Molde [R\$/ciclo]	2,5	4,4	4,5
Embalagem [R\$/ciclo]	0,12	0,24	0,24
Bolacha reciclada [R\$/ciclo]	-1,2	-1,2	-1,2
Canal secundário reciclado [R\$/ciclo]	-1,2	-2,4	-2,4
Custo operacional [R\$/ciclo]	7,75	13,06	11,66
Custo operacional [R\$/peça]	7,75	6,53	5,83

Tabela 5 – Custo operacional [Fonte: Os autores, 2026]

Custo operacional	Convencional simples	Convencional duplo	HPPDC
Cavidades	1	2	2
Despesas comerciais [R\$/peça]	0,31	0,26	0,23
Despesas financeira [R\$/peça]	0,2	0,17	0,15
Despesas administrativas [R\$/peça]	0,25	0,21	0,19
Custo não operacional [R\$/peça]	0,76	0,64	0,57

Tabela 6 – Custo não operacional [Fonte: Os autores, 2026]

Custo do produto vendido (CPV)	Convencional simples	Convencional duplo	HPPDC
Cavidades	1	2	2
Custo Produto Vendido [R\$/peça]	8,51	7,17	6,4
Variação do CPV [%]	x	-15,75%	-24,73%

Tabela 7 – Custo do produto vendido - CPV [Fonte: Os autores, 2026]

Rendimento metalúrgico	Convencional simples	Convencional duplo	HPPDC
Cavidades	1	2	2
Peso da injetada [kg/ciclo]	0,28	0,48	0,48
Peso da peça [kg/ciclo]	0,12	0,24	0,24
Rendimento metalúrgico [%/ciclo]	42,9%	50,0%	50,0%

Tabela 8 – Rendimento metalúrgico [Fonte: Os autores, 2026]

Preço de venda primário	Convencional simples	Convencional duplo	HPPDC
Cavidades	1	2	2
Custo do produto vendido [R\$/peça]	R\$ 8,51	R\$ 7,17	R\$ 6,40
Tributos [R\$/peça]	R\$ 2,45	R\$ 2,45	R\$ 2,45
Lucro primário [R\$/peça]	R\$ 1,495	R\$ 2,834	R\$ 3,598
Variação do lucro primário [%]		89,64%	140,75%
Preço primário de venda [R\$/peça]	R\$ 12,46	R\$ 12,46	R\$ 12,46

Tabela 9 – Cálculo do preço de venda primário [Fonte: Os autores, 2026]

Este cálculo está nominado na tabela 9 como “Preço de Venda Primário” porque há ainda 2 pontos importantes a considerar:

- A produção de mesmo volume de peças com todos os conceitos (convencional e HPDDC);
- A disponibilidade de horas que a operação com 2 cavidades apresenta no âmbito de capacidade produtiva da companhia.

Produção de volume idêntico para todas as configurações

As elocubrações desta seção são baseadas na premissa de que o lucro obtido e o preço de mercado para produção da peça foram calculados para a configuração de máquina injetora de 160t e molde com 1 cavidade. Todas as melhorias são adotadas a partir deste cenário.

Considerando que, para operação de um molde com 2 cavidades na configuração convencional, seria necessária a aquisição de uma máquina injetora maior e um molde maior (premissa aplicada neste estudo), e que a diferença de valor destes equipamentos é de R\$ 550.000,00 para a máquina injetora e manipulador e de R\$ 190.000,00 para o molde, conforme apresentado na tabela 1, deve ser considerado o custo financeiro na operação de compra do equipamento maior.

Assim sendo, para uma operação de 10 anos, período considerado para cálculo de depreciação das máquinas injetoras (figuras 5 e 6), e supondo uma aplicação com 102% de CDI e CDI média de 14,3%/ano (média de 2025), o custo financeiro é obtido a partir da equação 6.

Equação 6

Valor Futuro = Valor Presente * (1 + i)ⁿ

O valor resultante é, então, VF = (550.000,00 + 190.000,00) * (1 + 0,14568)¹⁰ = 740.000,00 * 3,8961, finalizando com R\$ 2.883.135,00. Se utilizarmos uma máquina maior para produzir o produto, este custo financeiro será amortizado nas peças.

Apenas para simplificação do caso, levando em conta as premissas e dados de processo e máquinas, a vida útil da injetora é de 42.240h, e 66,7 ciclos/h, que resulta em capacidade produtiva de 2.817.000 peças com molde de 1 cavidade ou 5.635.000 peças com molde de 2 cavidades. Portanto, para uma produção de mesmo volume de peças em todas as configurações, serão necessários 2 moldes na configuração de 1 cavidade e 1 molde nas outras duas configurações.

Novamente, o custo financeiro para aquisição de um segundo conjunto de injetora/forno/manipular/molde para a opção de molde com 1 cavidade é obtido a partir da

Preço de venda final	Convencional simples	Convencional duplo	HPPDC
Cavidades	1	2	2
Moldes	2	1	1
Custo do produto vendido [R\$/peça]	R\$8,51	R\$7,17	R\$6,40
Tributos [R\$/peça]	R\$2,45	R\$2,45	R\$2,45
Lucro primário [R\$/peça]	R\$1,49	R\$2,83	R\$3,60
Volume de peças [un/mês]	47.000	47.000	47.000
Volume de peças [un/ano]	564.000	564.000	564.000
Volume de peças [un/10 anos]	5.640.000	5.640.000	5.640.000
Faturamento [R\$/mês]	585.405	585.405	585.405
Faturamento [R\$/ano]	7.024.861	7.024.861	7.024.861
Faturamento [R\$/10 anos]	70.248.612	70.248.612	70.248.612
Custo financeiro [R\$/10 anos]	4.090.935	2.883.135	-
Lucro primário [R\$/10 anos]	8.429.833	15.985.978	20.294.636
Lucro final [R\$/10 anos]	4.338.898	13.102.842	20.294.636
Variação do lucro final [%]	x	202,0%	367,7%
Excedente de lucro [R\$/10 anos]	x	x	15.955.738
Preço final de venda [R\$/peça]	R\$12,46	R\$12,46	R\$12,46
Lucro efetivo R\$/peça	R\$0,77	R\$2,32	R\$3,60
Margem de lucro efetiva [%/peça]	6,2%	18,7%	28,9%

Tabela 10 – Cálculo do preço de venda final [Fonte: Os autores, 2026]

equação 6. E o valor resultante é dado por $VF = (800.000,00 + 250.000,00) \cdot (1 + 0,14568)^{10}$, finalizando com R\$ 4.090.935,00, custo financeiro que será amortizado nas peças.

A tabela 10 traz os resultados tomando por base as premissas apresentadas.

Produção de volume fixo variando as configurações

Analisando de outra forma, com uma produção no limite do conjunto de 1 cavidade e capacidade produtiva de 2.817.000 peças, as opções de 2 cavidades realizam a produção na metade do tempo disponível, liberando 50% do tempo da máquina injetora para produção de outro model de produto.

Cabe neste ponto introduzir os conceitos de ganho latente e sensível. São conceitos úteis para analisar a qualidade econômica de um produto, processo ou negócio, especialmente quando se quer entender quanto lucro existe potencialmente e quanto esse lucro reage às mudanças das variáveis de operação.

O ganho latente é a lucratividade potencial que está embutida em uma operação, mas que ainda não está sendo plenamente realizada. Em outras palavras, existe uma diferença entre o resultado atual e aquilo que poderia ser obtido caso determinados fatores fossem otimizados. Estudos mostram que o ganho latente melhora com:

redução do tempo de ciclo; redução do refugo; aumento da produtividade; melhor aproveitamento do molde; redução do consumo de energia; melhor negociação dos insumos.

Já o ganho sensível é aquele varia significativamente quando uma determinada variável do negócio sofre alteração. Ou seja, mede o quanto o lucro é sensível a mudanças de preço do conjunto de ativos, preço do alumínio, ciclo, taxa de refugo, disponibilidade da máquina, preço de venda, custo de energia, custo da mão de obra, investimento no molde, investimento na injetora, e volume anual produzido.

Portanto, o ganho total é a soma dos dois e é calculada pela equação 7.

Equação 7

Ganho total = Ganho sensível + Ganho latente

Uma forma fácil de entendimento do tipo de ganho (lucratividade) é a seguinte:

- Ganho atual: quanto estou ganhando hoje?
- Ganho latente: quanto mais eu poderia ganhar?
- Ganho sensível: quanto meu lucro muda quando uma variável muda?

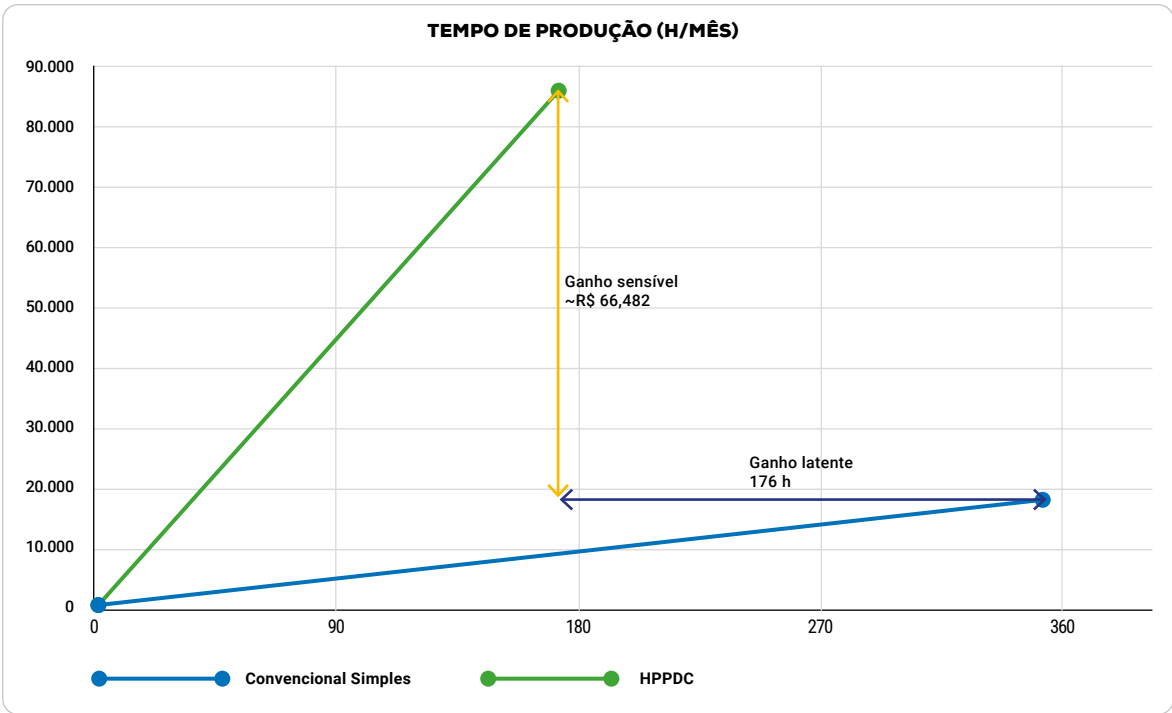


Figura 7 – Comparativo de Ficha de cálculo de custo hora-máquina para injetora de 300t [Fonte: Os autores, 2026]

Produção	Convencional simples	Convencional duplo	HPPDC
Produção [un/mês]	23.500	47.000	47.000
Tempo de produção [h/mês]	352	352	352
Lucro período [R\$/mês]	18.079	109.190	169.122
Faturamento [R\$/mês]	292.703	585.405	585.405
Percentual de lucro [%]	6,2%	18,7%	28,9%

Tabela 11 – Incremento na capacidade de faturamento e lucro [Fonte: Os autores, 2026]

No caso em estudo, o ganho latente é mostrado por quanto de lucro adicional o HPDDC poderia gerar pela utilização mais eficiente da máquina, aumento da disponibilidade produtiva e diluição dos custos fixos. E o ganho sensível é obtido pela duplicação de cavidades no molde para o mesmo conjunto de máquina injetora/forno.

A figura 7 apresenta os resultados para uma produção limitada ao menor conjunto de máquina injetora e molde, ou seja, de 1 cavidade com potencial de produção de 2,8 milhões de peças durante a vida útil do conjunto. O comparativo é realizado para os dois conceitos de moldes convencional de 1 cavidade e HPDDC, com resultados impactando a lucratividade e a disponibilidade produtiva.

Uma análise rápida permite perceber que, operando com o menor conjunto (molde de 1 cavidade), haverá um consumo de 352h/mês e uma lucratividade de R\$ 18.079,00/mês. Já na utilização da configuração de HPDDC os ganhos são

consideráveis, para além das 176h/mês, ainda a lucratividade superior equivalente a R\$ 66.482,00/mês, atingindo 268%.

E, no faturamento total da empresa, estes ganhos latente e sensível poderão representar um aumento de faturamento com fator 2 e um ganho de lucratividade de mais R\$ 84.560,00/mês, pois a disponibilidade do conjunto máquina injetora/manipulador/forno estarão disponíveis integralmente. Ou seja, um incremento significativo na produtividade e resultados da empresa (tabela 11).

A figura 8 apresenta os componentes de precificação para os três modelos de estudo em termos de R\$/peça, e a figura 9 traz a participação percentual de cada componente indicando nitidamente a vantagem para o conceito HPDDC, principalmente no quesito “Lucro”.

É notória a identificação, nestes resultados, que a operação com 2 cavidades é muito mais interessante do que com cavidade única. Na comparação com o molde convencional

de 1 cavidade, o custo de produção reduz em praticamente 16% para molde convencional de 2 cavidades e amplifica essa redução para quase 25% na opção de configuração HPDDC.

Mas o grande número a ser considerado é o resultado exponencial obtido na lucratividade do processo, em que é possível atingir ganhos de 200% na opção de convencional de 2 cavidades e quase 370% com o conceito HPDDC. E, entre os últimos dois, uma diferença real no lucro de 55% em prol do conceito HPDDC.

ANÁLISE DOS RESULTADOS FINANCEIRO

Os ganhos econômicos e técnicos esperados são expressivos e permitem operações mais rentáveis e sustentáveis. Denotam-se pelos estudos ganhos nos pilares

técnico, econômico e financeiro.

Do ponto de vista técnico, as soluções com 2 cavidades trazem um ganho metalúrgico maior (50%) do que a opção com 1 cavidade (42,9%). Ainda, outros pontos podem e devem ser observados e melhorados, como a ocupação do conjunto, que neste caso está a apenas 48,9% do total da capacidade produtiva instalada. Várias ações podem ser adotadas para melhorar este aproveitamento.

Na análise econômico/financeira, é explícito o impacto significativo na produtividade do processo HPDDC com resultado de CPV reduzido em até 25% e, ainda mais destacado, a elevação do resultado do lucro final que atinge cerca de 370% comparativamente ao processo convencional de 1 cavidade.

Importante perceber que a margem de lucro de 12% desejada no início do processo, foi sendo absorvida por

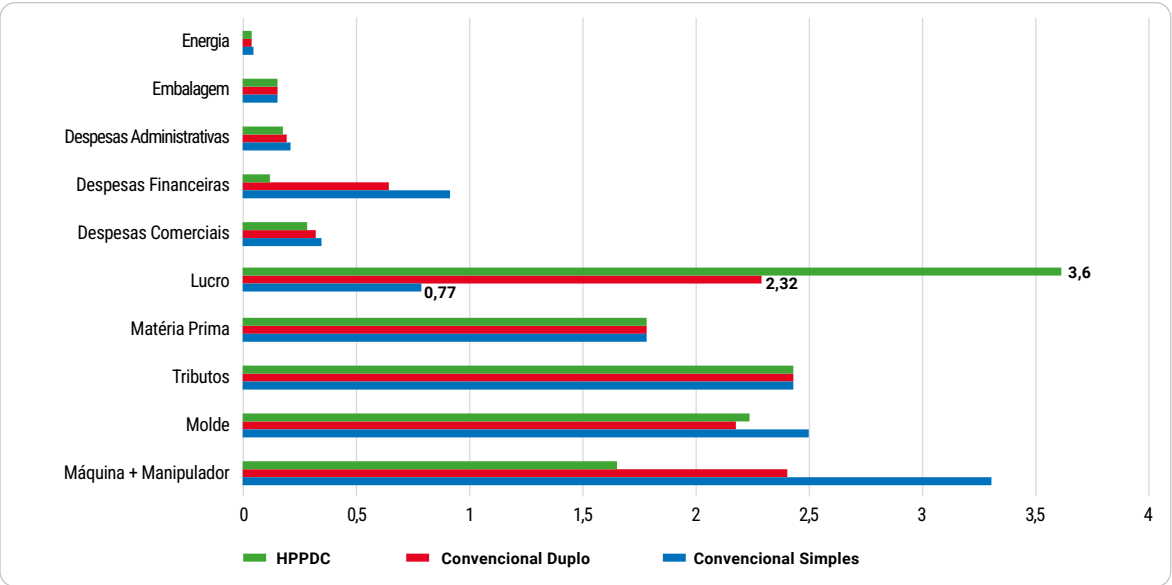


Figura 8 – Demonstrativo de componentes na formação de preço [Fonte: Os autores, 2026]

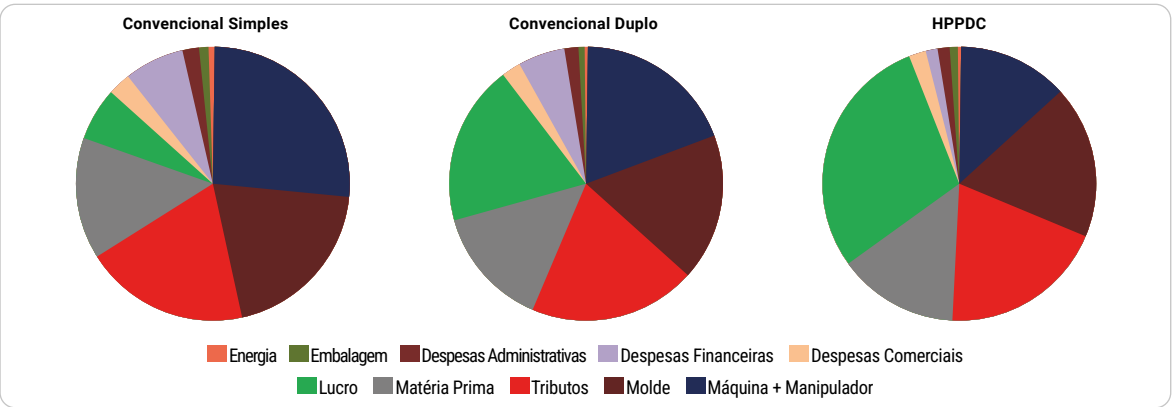


Figura 9 – Percentual de componentes na formação de preço [Fonte: Os autores, 2026]

custos “*financeiros ocultos*” do processo, tanto técnico quando financeiro, resultando em apenas 6,2% ao final. Atenção constante e intensiva deve ser adotada para evitar surpresas na “*linha final*” do balanço da empresa.

Itens que podem ser adicionados ao estudo são:

- Redução da área ocupada de instalação fabril para produção do mesmo volume de produtos, resultando em menor custos de ocupação (aluguel, depreciação do imóvel, IPTU, seguros);
- Impactos na sustentabilidade ambiental e crédito de carbono. Esses fatores contribuem diretamente para metas ESG e para a competitividade industrial das empresas usuários da tecnologia.

A análise da lucratividade não deve limitar-se ao resultado econômico obtido nas condições atuais de produção. Deve também considerar a lucratividade latente, representada pelo potencial de geração de resultado ainda não capturado, e a lucratividade sensível, representada pela resposta do resultado econômico às variações das principais variáveis produtivas, comerciais e financeiras.

A redução de custo ocorre devido ao melhor aproveitamento: da máquina disponível; do capital humano; da energia consumida; da infraestrutura fabril; da área ocupada; do capital investido.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do HPDDC – High Pressure Double Die Casting representa uma inovação disruptiva para a

indústria de fundição sob pressão de metais não ferrosos. O HPDDC requer soluções inéditas para operar sob condições extremas de temperatura, pressão e velocidade, superando barreiras tecnológicas que historicamente impediram sua aplicação em processos de fundição metálica.

A análise realizada neste estudo aborda especificamente a operação de produção da peça fundida, desconsiderando, portanto, etapas de pós-operação, como remoção de rebarbas, tamboreamento, usinagem, lavagem, pintura, inspeção e, eventualmente, tratamento superficial.

Diante do crescimento contínuo do mercado mundial de die casting e da crescente demanda por componentes leves e de alta precisão, especialmente para os setores automotivo e de mobilidade elétrica, o HPDDC desponta como uma tecnologia de potencial transformador. Seu desenvolvimento poderá estabelecer um novo estado da técnica de produção e posicionar o Brasil entre os protagonistas mundiais na inovação em ferramentais para fundição sob pressão.

A tecnologia HPDDC é objeto de proteção por propriedade industrial, e seus titulares estão abertos à avaliação de oportunidades de licenciamento, transferência tecnológica ou cessão de direitos para aplicação industrial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (edital FAPESC nº 11/2024 - Programa FINEP-TECNOVA III/SC - Termo de outorga 2025TR000206) pelo apoio financeiro concedido para o desenvolvimento desta pesquisa. ■

REFERÊNCIAS

- [1] Mordor Intelligence; Non-ferrous metal high-pressure die-casting market (2025 – 2035). Domain: Automotive. Sub domain: Automotive Process. Study period: 2019-20235. 1 ed. Telangana. India. 264 p.
- [2] <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/metal-casting-market>



Christian Dihlmann - Engenheiro Mecânico e Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Especialista em Administração de Empresas pela Fundação Educacional da Região de Joinville - FURJ/UNIVILLE. Diretor Presidente da SNBD Consultoria Ltda. Editor chefe da Revista Ferramental. Exerce ainda as funções de: Presidente da Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais - ABINFER; Presidente da ISTMA - International Special Tooling & Machining Association; Vice-Presidente da VDI Brasil - Associação de Engenheiros Brasil-Alemanha - VDI Verein Deutscher Ingenieure. presidente@abinfer.org.br. Lattes <http://lattes.cnpq.br/0446222929419765>



Stephan Dihlmann - Engenheiro Mecânico pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Realizou estágio na Euro-Fer de trabalho em ferro forjado em Castelfoglio - Itália e no Instituto Fraunhofer - Pesquisa e desenvolvimento na área de microprodução, na cidade de Berlin - Alemanha. Atuou como gerente de contas em revenda de softwares Siemens e Stratasys3D. Tem 8 anos de experiência em ferramentaria. stephandihlmann@gmail.com | Lattes <http://lattes.cnpq.br/4440906251855760>



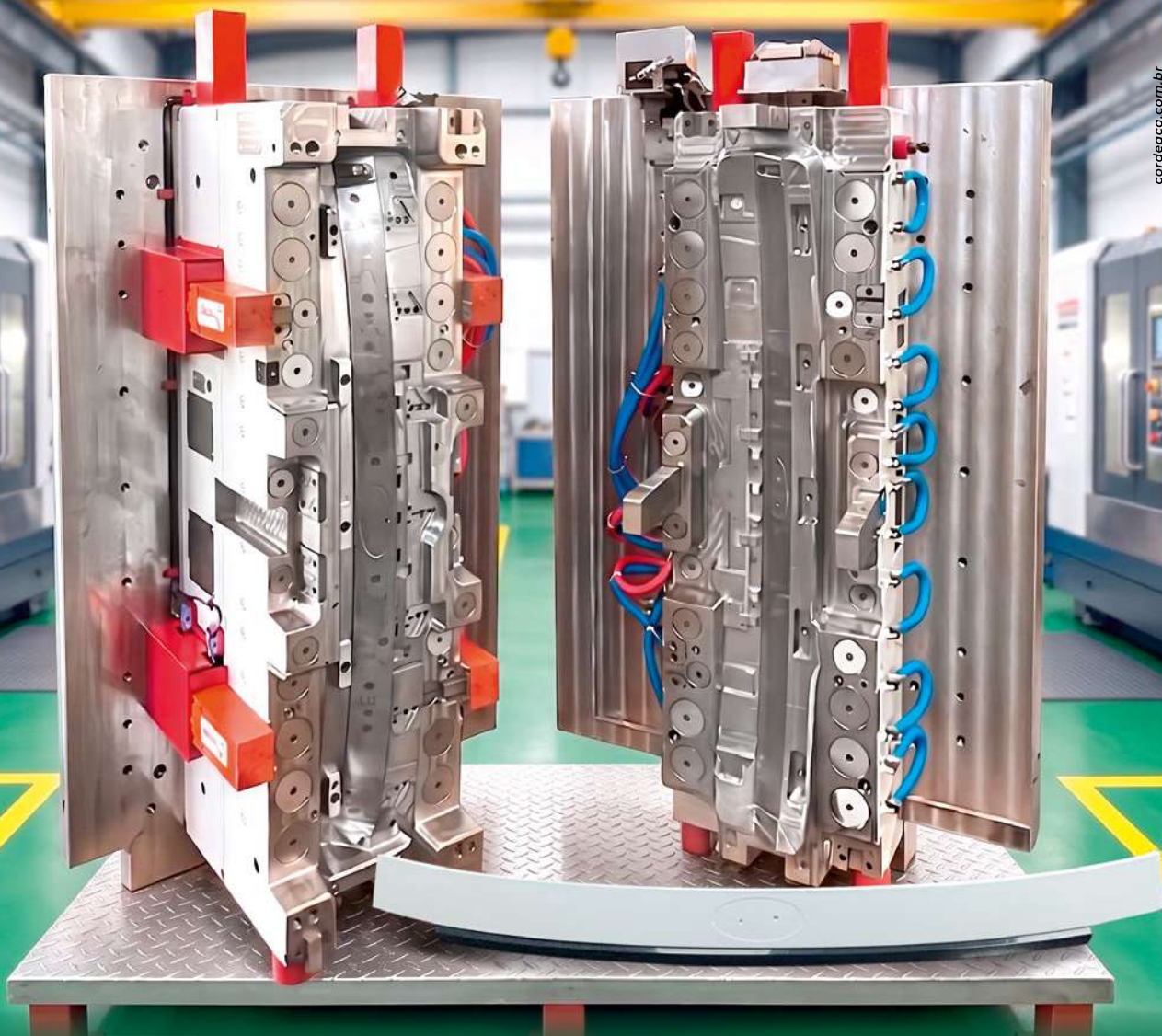
Nicholas Dihlmann - Engenheiro de Produção e Sistemas pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Realizou estágio na Whirlpool, Embraco, SENAI e Franklin Electric. Atualmente é empresário, sócio fundador da importadora Vale do Varejo, da consultoria de negócios digitais Begital Consultoria e sócio nas empresas SNBD consultoria e Vida Probióticos. n3dihlmann@gmail.com.



Do conceito até a produção:



A qualidade 3R sempre presente!



cordeaca.com.br



**Duas conquistas e um só motivo:
Você, cliente, e a nossa equipe!**



3Rmoldes.com.br



 [instagram.com/3Rmoldes](https://www.instagram.com/3Rmoldes)

VOLATILIDADE DO AÇO: COMO A FERRAMENTARIA PODE PROTEGER PREÇO, MARGEM E CAXA

POR ERNESTO BERKENBROCK E MAURI DA SILVA



Imagem ilustrativa de Magnific

Quem trabalha com ferramentaria sabe que o aço não é uma compra qualquer. Ele entra no projeto, no prazo, na capacidade produtiva, no risco técnico e na margem. Em muitos casos, o orçamento é feito hoje, o cliente aprova depois de alguns dias ou semanas, a engenharia detalha o projeto e a compra do aço ocorre somente depois. Nesse intervalo, o preço pode mudar.

Quando a variação é pequena, a empresa absorve. Quando a variação é forte, a margem desaparece. E quando isso acontece em vários projetos ao mesmo tempo, o problema deixa de ser pontual e passa a ser financeiro.

A World Steel Association projetou crescimento baixo da demanda global de aço em 2026, de apenas 0,3%, seguido de recuperação maior em 2027. A OCDE também aponta excesso de capacidade global no setor siderúrgico. Esses dados mostram um mercado sujeito a ajustes, pressão competitiva e instabilidade. Para a ferramentaria, a leitura prática é esta: o aço pode cair, subir, faltar ou mudar de condição comercial em pouco tempo. Não basta acompanhar preço. É preciso gerenciar risco.

No Brasil, segundo o Instituto Aço Brasil, o país produziu 33,3 milhões de toneladas de aço bruto em 2025 e ocupa posição relevante na produção mundial. Mesmo assim, a ferramentaria não compra “aço médio”. Ela compra aços específicos, em bitolas específicas, com aplicação técnica, rastreabilidade, tratamento e disponibilidade própria. Por

isso, olhar apenas para uma cotação genérica de aço ou minério de ferro pode induzir erro. O ponto central deste artigo é direto: quem vende projeto longo com preço fixo e matéria-prima variável está assumindo risco de mercado sem cobrar por ele.

ONDE A VOLATILIDADE DO AÇO ATINGE A FERRAMENTARIA

A volatilidade do aço aparece em vários pontos da empresa. Muitas vezes, o empresário percebe o problema apenas quando o fornecedor envia a nova cotação. Mas o impacto já começou antes, no orçamento mal protegido.

Onde impacta	O que acontece	Consequência no caixa
Orçamento	Custo do aço fica defasado	Margem projetada não se confirma
Compras	Cotação vence antes da aprovação do cliente	Desembolso maior que o previsto
Estoque	Compra antecipada sem pedido firme	Capital fica parado
Produção	Material alternativo é usado com pressa	Risco técnico e retrabalho
Prazo	Fornecedor muda lead time	Atraso e pressão do cliente
Contrato	Preço fechado sem gatilho	Risco fica todo com a ferramentaria
Financeiro	Mais capital aplicado no projeto	Menor caixa livre

A contabilidade de custos ajuda a separar o que é material direto, mão de obra, hora-máquina, custos indiretos, perdas, retrabalho e margem. Essa separação é fundamental porque o aço não afeta apenas a linha “matéria-prima”. Ele afeta também cavaco, sobremetal, tempo de usinagem, tratamento térmico, frete, capital de giro e risco de retrabalho.

Na prática, o empresário precisa responder uma pergunta antes de fechar cada projeto.



TECNOSERV

Técnica e Experiência. De Verdade.

Sistemas de

CÂMARA QUENTE VALVULADO

Os sistemas de câmara quente valvulado da Tecnoserv são desenvolvidos com foco em excelência térmica, precisão no controle de injeção, máxima durabilidade e economia produtiva. Utilizamos componentes de alta confiabilidade, com engenharia nacional e suporte especializado desde a fase de desenvolvimento até a operação. A solução ideal para quem busca ciclos mais rápidos, menor desperdício de matéria prima e qualidade superior nas peças injetadas.



CONHEÇA TAMBÉM:



Acessórios



Porta Moldes



Controladores
de Temperatura

Soluções completas

Porta-moldes, controladores de temperatura, acessórios e muito mais. Agora também oferecemos serviços de usinagem de alta precisão, garantindo ainda mais eficiência e agilidade para a sua operação. Desde a escolha dos componentes até o suporte técnico, conte com a qualidade e a confiança da Tecnoserv.



(11) 4053-8660 (11) 9 7595-0730

comunicacao@tecnoserv-moldes.com.br



tecnoserv



tecnoserv



tecnoserv.ind



www.tecnoserv-moldes.com.br

Pergunta chave

Se o aço subir antes da compra, quanto da minha margem será consumida?

EVIDÊNCIAS DE INSTABILIDADE NO MERCADO DO AÇO

Os indicadores de mercado não representam exatamente o preço do H13, D2, P20 ou M2 comprado pela ferramentaria. Mesmo assim, ajudam a mostrar que a cadeia do aço é instável.

Em julho de 2026, a Trading Economics registrava o preço de referência do aço em 3.074 CNY/t, distante da máxima histórica de 6.198 CNY/t observada em 2021. Nos Estados Unidos, os contratos futuros de bobina a quente acompanhados pelo Investing.com apresentavam faixa de 52 semanas entre US\$ 790/t e US\$ 1.159/t, uma amplitude de aproximadamente 46,7%.

No Brasil, dados do Instituto Aço Brasil mostram que, no primeiro trimestre de 2026, a produção brasileira de aço bruto caiu 4,2% em relação ao mesmo período de 2025, enquanto a produção de laminados caiu 4,1%. As vendas internas de barras de aços especiais ligados caíram 25,9% e as de fio-máquina de aços especiais ligados caíram 37,9%. Para a ferramentaria, isso importa porque volatilidade não é só preço. Também é disponibilidade, prazo, mix de produto e poder de negociação.

Outro dado útil é o preço médio implícito das importações brasileiras de produtos de aço, calculado pela relação entre valor FOB e volume importado. Conforme dados do Instituto Aço Brasil e MDIC, esse preço médio foi de aproximadamente US\$ 1.003/t em 2021, subiu para US\$ 1.455/t em 2022, caiu para US\$ 1.176/t em 2023, US\$ 986/t em 2024 e US\$ 913/t em 2025. Em cinco anos, a máxima foi quase 60% superior à mínima.

Indicador	Evidência	Leitura para a ferramentaria
Aço internacional	Forte distância entre máxima histórica e preço atual	O ciclo de preço pode mudar rapidamente
Bobina a quente nos EUA	Amplitude de 46,7% em 52 semanas	Produto siderúrgico padronizado também oscila
Produção brasileira de aço bruto	Queda de 4,2% no 1º trimestre/2026	Pode afetar disponibilidade e negociação
Barras de aços especiais ligados	Queda de 25,9% nas vendas internas	Materiais próximos da realidade da ferramentaria também sofrem instabilidade
Importações de aço	Preço médio variou fortemente entre 2021 e 2025	Câmbio, frete e mercado externo afetam custo de reposição

A mensagem é simples: não é prudente montar orçamento de projeto com base apenas no último preço pago. O custo relevante para decisão não é o custo histórico. É o custo de reposição na data em que o material será comprado.

O QUE A LITERATURA ENSINA, SEM COMPLICAR O DIA A DIA

Existem estudos acadêmicos sobre volatilidade no setor siderúrgico e no minério de ferro que ajudam a entender o problema. Ribeiro analisou ações de Gerdau, Usiminas e CSN e identificou volatilidade persistente e comportamento assimétrico nos ativos do setor siderúrgico brasileiro. Embora o estudo trate de ações, e não do aço físico, ele mostra que choques no setor podem permanecer por mais tempo e não devem ser tratados como ruído isolado.

Pácola estudou a volatilidade e o risco do mercado transoceânico de minério de ferro. O trabalho mostra que, depois da transição do sistema anual de preço benchmark para preços spot e contratos mais curtos, os agentes passaram a lidar com mais volatilidade e risco. O aprendizado para a ferramentaria é prático: quando o preço passa a mudar com maior frequência, a gestão precisa acompanhar essa velocidade.

O empresário não precisa aplicar modelos econométricos complexos para gerir sua ferramentaria. Mas precisa incorporar a lógica do risco.

Lógica do risco

Volatilidade deve virar exposição, cenário, gatilho, contrato e decisão de caixa.

COMO PROTEGER A FERRAMENTARIA NA PRÁTICA

01 Medir a exposição ao aço em cada projeto

Antes de enviar a proposta, a empresa deve saber quanto o projeto depende do aço. Uma forma simples é calcular:

Exposição ao aço = peso bruto comprado × preço por kg × fator de perda × prazo até a compra

Devem ser considerados tipo de aço, bitola, peso bruto, peso líquido, sobremetal, corte, cavaco, prazo de aprovação, fornecedor e possibilidade de substituição técnica.

Exposição do aço no custo total	Risco	Conduta recomendada
Até 10%	Baixo	Monitorar
10% a 25%	Moderado	Registrar premissa de preço
25% a 40%	Alto	Criar gatilho de reajuste
Acima de 40%	Crítico	Separar aço da transformação e exigir sinal para compra

Esse controle evita que projetos diferentes sejam tratados como se tivessem o mesmo risco. Um molde com muita massa de aço não pode ser precificado como um dispositivo em que o maior custo está na engenharia e na montagem.

02 Separar transformação e matéria-prima na proposta

A proposta deve deixar claro o que é preço de transformação e o que depende de matéria-prima crítica. A transformação envolve engenharia, programação, usinagem, eletroerosão, retífica, ajustagem, montagem, tryout e inspeção. A matéria-prima envolve aço, componentes normalizados, bases, placas, insertos, colunas, buchas e tratamentos.

Uma proposta mais segura pode conter condições como:

Item	Condição sugerida
Hora-máquina, engenharia e mão de obra	Validade comercial normal
Aço e componentes críticos	Sujeitos à confirmação na data da compra
Serviços terceirizados	Revalidação conforme cotação vigente
Prazo de entrega	Contado após aprovação técnica e liberação de compra
Reajuste	Aplicável quando a variação superar gatilho definido

Isso não é burocracia. É proteção de margem.

03 Criar gatilhos de reajuste

A proposta deve prever o que acontece se o aço variar acima de determinado limite. O gatilho pode ser de 3%, 5%, 7% ou outro percentual definido pela empresa conforme sua margem e perfil de risco. Exemplos de situações que devem permitir revalidação:

- Atraso na aprovação do cliente;
- Vencimento da cotação do fornecedor;
- Alteração de material ou especificação;
- Variação relevante no câmbio;
- Indisponibilidade do aço cotado;
- Necessidade de compra emergencial;
- Mudança de prazo de entrega.

O contrato não deve ser uma armadilha contra a própria empresa. Se o cliente demora a aprovar, mas quer manter o preço antigo, alguém vai pagar essa diferença. Sem regra clara, geralmente quem paga é a ferramentaria.

04 Usar o sinal financeiro para comprar material crítico

O sinal não deve ser visto apenas como entrada. Em projetos com alta exposição ao aço, ele deve financiar a compra dos materiais principais. Essa prática protege três pontos:

Margem, porque reduz o risco de compra futura mais cara
Prazo, porque antecipa a disponibilidade do material
Caixa, porque evita que a ferramentaria financie sozinha o estoque do cliente

Se o material é específico para aquele projeto, o capital para comprá-lo deve estar ligado ao fluxo financeiro daquele projeto.

05 Separar estoque estratégico de estoque especulativo

Comprar aço para se proteger pode ser correto. Mas comprar sem giro também pode prender caixa.

Tipo de estoque	Quando faz sentido	Risco
Estratégico	Aço de alto giro e uso recorrente	Baixo, se houver consumo real
Vinculado a pedido	Material de projeto aprovado	Controlável
Especulativo	Compra sem pedido firme	Pode comprometer caixa
Obsoleto	Sem aplicação clara	Perda provável

A pergunta não é apenas: "o aço vai subir?".

Pergunta chave	Se este aço ficar parado, quanto dinheiro ficará preso no estoque?
-----------------------	--

Estoque parado não paga salário, fornecedor, imposto nem banco. Em muitos casos, a empresa tem lucro no papel, mas falta caixa porque comprou material demais, comprou mal ou comprou antes da hora.

06 Usar engenharia de valor

Nem todo ganho vem da negociação com fornecedor. A engenharia também precisa participar. Algumas ações práticas:

- Reduzir sobremetal sem comprometer segurança;
- Padronizar bitolas;
- Melhorar aproveitamento de corte;
- Usar insertos e posições quando fizer sentido;
- Reaproveitar sobras com controle técnico;
- Avaliar material alternativo com critério;
- Discutir especificação com o cliente quando houver custo desproporcional.

Cada quilo de aço evitado reduz compra, frete, movimentação, cavaco, tempo de usinagem e capital de giro. Mas é preciso cuidado. Reduzir custo sacrificando vida útil do ferramental pode gerar uma economia pequena hoje e um problema grande amanhã.

07 Simular cenários antes de fechar o preço

Todo projeto relevante deveria ter pelo menos três cenários:

Cenário	Variação do aço	Objetivo
Base	Cotação atual	Definir preço inicial
Adverso moderado	Alta de 5% a 10%	Testar resistência da margem
Adverso crítico	Alta de 15% a 25%	Definir reajuste, sinal ou reprecificação

Uma fórmula simples ajuda:

Perda potencial = exposição ao aço × variação adversa estimada + custo financeiro do prazo até recebimento

Essa perda deve ser comparada com a margem prevista. Se a perda potencial consumir parcela relevante da margem, o projeto precisa de proteção. Um exemplo prático: Imagine uma ferramentaria fechando um molde por R\$ 500.000.

Item	Valor
Preço de venda	R\$ 500.000
Aço e componentes	R\$ 90.000
Demais custos industriais	R\$ 300.000
MARGEM PREVISTA	R\$ 110.000
MARGEM SOBRE VENDA	22,0%

Se o aço e os componentes subirem 15% antes da compra, o custo aumenta R\$ 13.500.

Situação	Valor
Aumento no aço e componentes	R\$ 13.500
Nova margem	R\$ 96.500
Nova margem sobre venda	19,3%
MARGEM CONSUMIDA	12,3% DA MARGEM PREVISTA

A alta do aço não quebrou o projeto, mas consumiu 12,3% da margem antes de qualquer atraso, retrabalho, frete emergencial, hora extra ou custo financeiro.

Agora imagine dez projetos parecidos no ano. A perda acumulada pode chegar a R\$ 135.000. Esse dinheiro poderia financiar manutenção, atualização tecnológica, redução de dívida, treinamento ou reforço de caixa.

O problema, portanto, não está apenas no aço. Está em vender sem medir risco.

ÍNDICE TECNITRI DE CUSTOS DA FERRAMENTARIA



Uma das maiores dificuldades do setor é que não existe um indicador específico para a realidade das ferramentarias. Índices genéricos de aço ajudam, mas não mostram o custo real de uma cesta formada por H13, D2, P20, M2, aços beneficiados, componentes normalizados, tratamentos e efeitos de câmbio e frete.

Por isso, uma proposta prática é criar o Índice TECNITRI de Custos da Ferramentaria, baseado em uma cesta ponderada dos materiais mais usados pelo setor. Um exemplo conceitual:

Material	PESO NA CESTA	Variação mensal	Efeito no índice
H13	35%	4,0%	1,40 p.p.
D2	25%	3,0%	0,75 p.p.
P20	25%	2,0%	0,50 p.p.
M2	15%	5,0%	0,75 P.P.
ÍNDICE MENSAL	100%		3,40%

Esse índice não substituiria a cotação real de cada projeto. Ele funcionaria como referência gerencial para:

- Atualizar orçamento;
- Definir validade de proposta;
- Acionar gatilho de reajuste;
- Negociar contratos;
- Orientar compra de estoque estratégico;

- Estimar capital de giro;
- Proteger margem e caixa.

A grande utilidade do índice é transformar percepção em número. Quando o empresário tem número, negocia melhor, decide melhor e erra menos.

CONCLUSÃO

A volatilidade do aço não vai desaparecer. O que pode mudar é a forma como a ferramentaria lida com ela.

O erro está em tratar o aço como custo fixo dentro de um orçamento longo. A realidade é outra: o aço é um insumo crítico, com preço variável, prazo variável e disponibilidade variável. Quando isso não entra na proposta, no contrato e no caixa, a empresa assume um risco que não cobrou.

A solução não precisa ser complicada. Começa por medir a exposição ao aço em cada projeto, registrar premissas de preço, reduzir validade da matéria-prima, criar gatilhos de reajuste, usar sinal para compra de material crítico, controlar estoque com visão de caixa e envolver a engenharia na redução técnica do consumo.

A ferramentaria competitiva não é apenas aquela que compra bem. É aquela que sabe onde está o risco, quanto ele pode consumir da margem e que decisão precisa tomar antes que o problema apareça no banco.

Em um mercado instável, vender mais não basta. É preciso vender com margem, prazo, giro e caixa. A fábrica pode estar cheia, mas se os projetos estiverem mal protegidos, a empresa trabalha muito e gera pouco resultado.

A volatilidade do aço deve deixar de ser surpresa e passar a ser método de gestão. Esse é o caminho para proteger margem, preservar caixa e sustentar o crescimento da ferramentaria. ■

REFERÊNCIAS

- [1] Aço Brasil. Estatísticas da Indústria do Aço, 1º Trimestre de 2026. Instituto Aço Brasil.
- [2] Aço Brasil. Indústria do Aço em Números 2026. Instituto Aço Brasil.
- [3] Assaf Neto, Alexandre. Finanças corporativas e valor. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- [4] Goldratt, Eliyahu M.; Cox, Jeff. A meta: um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel, 2006.
- [5] Horngren, Charles T.; Datar, Srikant M.; Rajan, Madhav V. Cost accounting: A managerial emphasis. Pearson, 2021.
- [6] Marion, José Carlos. Contabilidade empresarial e gerencial. São Paulo: Atlas, 2022.
- [7] Martins, Eliseu. Contabilidade de custos. São Paulo: Atlas.
- [8] OECD. OECD Steel Outlook 2026. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- [9] Pácola, José Henrique do Valle. Análise de volatilidade e risco do mercado transoceânico à vista de minério de ferro via modelos ARMA-GARCH e medidas de risco VaR e CVaR. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2016.
- [10] Ribeiro, Bruno Passos Spinola. Modelagem e previsão de volatilidade para o setor siderúrgico brasileiro: volatilidade estocástica versus determinística. Dissertação de Mestrado, UFRGS, 2009.
- [11] Trading Economics. Steel, price, historical data and market reference.
- [12] Viera Sobrinho, José Dutra. Matemática financeira. São Paulo: Atlas, 2023.
- [13] World Steel Association. World Steel Short Range Outlook April 2026.



Ernesto Berkenbroc - Mestrado Engenharia Mecânica, MBA Gestão de Custo, Pós Eng. Produção, Tecnólogo em Fabricação Mecânica e Bacharel em Ciências Contábeis. Consultor Gestão Financeira e Estratégia, Conselheiro Consultivo, Coach. Tem experiência na área de Gestão, Finanças, Custos, Orçamento, Melhorias de Processos Industriais, Planejamento e Engenharia de Produção e/ou Engenharia Mecânica. PFCC - Programa de Formação e Certificação de Conselheiros. MBA Custo e Planejamento Estratégico, Especialista em Engenharia de Produção, Licenciatura em Matemática, Processo de Fabricação e Informática, Metodologia do Ensino Superior, Tecnólogo Mecânico - Manufatura, Bacharel em Ciência Contábeis. CREA/SC 77.705-0 e CRC/SC 047475/O-7. Lattes <http://lattes.cnpq.br/5617551135231733>. ernesto@tecnitri.com.br



Mauri da Silva - MBA Gestão Empresarial, Bacharel em Ciências Econômicas, Técnico Contábil. CORECON/SC 3602 e CRC/SC 046831/O-0. mauri@tecnitri.com.br



Imagem ilustrativa de Magnific

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL PRÁTICA: DO CUSTO AO VALOR NA FERRAMENTARIA BRASILEIRA

POR MARCELO TEIXEIRA DOS SANTOS

Quando analisamos os balanços financeiros e os gargalos operacionais das ferramentarias brasileiras, uma pergunta incômoda se impõe: por que empresas de classe mundial conseguem entregar moldes e matrizes com prazos até 40% menores e custos altamente competitivos, mesmo operando em realidades econômicas distintas?

A resposta automática do empresário brasileiro costuma recair sobre o "*Custo Brasil*": impostos elevados, encargos trabalhistas ou a mão de obra supostamente "*barata*" do mercado asiático. No entanto, levantamentos globais e pesquisas do setor apontam um diagnóstico diferente. O verdadeiro diferencial competitivo das ferramentarias de classe mundial não está na folha de pagamento, mas no modelo de gestão, na padronização extrema, na cooperação interempresarial e no nível de maturidade digital aplicado do projeto ao chão de fábrica.

Segundo relatórios de inteligência de mercado, como o da Fortune Business Insights, o mercado global de máquinas de fundição e equipamentos de conformação segue em expansão acelerada, impulsionado pela demanda

por componentes leves e de alta precisão. Para não perder participação nesse mercado em crescimento, o setor ferramenteiro nacional precisa evoluir da cultura artesanal - dependente do conhecimento empírico do ferramenteiro e de ajustes manuais sucessivos - para um processo industrial previsível, integrado e altamente especializado.

O MITO DOS CUSTOS ASIÁTICOS VERSUS A REALIDADE OPERACIONAL

É fundamental desmistificar a vantagem competitiva dos concorrentes internacionais. A capacidade de produzir com menor custo e maior agilidade decorre do ganho de escala viabilizado pela padronização rigorosa de componentes e pela especialização de processos.

Conforme apontado pelo estudo *Benchmarking Internacional para Ferramentarias Brasileiras* (Programa Mover/Fundep/UFGM), a produtividade global está ancorada em arquiteturas modulares. Em ferramentarias de ponta, a engenharia não "*reinventa a roda*" a cada pedido.



Figura 1 - Matriz de maturidade digital e de gestão em 5 níveis para ferramentarias

Padrões construtivos, bibliotecas de CAD 3D e processos de usinagem predefinidos reduzem o tempo de projeto. A digitalização deixa de ser um custo suplementar e passa a atuar como a principal alavanca para a redução do *lead time* e a preservação da margem operacional.

MATRIZ DE AUTODIAGNÓSTICO DIGITAL

Em qual degrau sua operação se encontra hoje? Para que os decisores possam avaliar a posição real de suas operações frente às exigências de mercado, propõe-se uma matriz de maturidade em 5 níveis (figura 1):

- 1 Nível 1 (Digitalização Básica):** Softwares CAD/CAM operados em "ilhas isoladas", controle por meio de planilhas informais e alta dependência de ajustes manuais na bancada durante o *tryout*.
- 2 Nível 2 (Processo Integrado):** Conectividade entre engenharia e chão de fábrica via ERP/MES, acompanhamento financeiro por projeto em tempo real e simulações virtuais preliminares.
- 3 Nível 3 (Automação e IIoT):** Células de usinagem flexíveis com paletização *zero-point*, monitoramento de OEE em tempo real e operação *lights-out* (luzes apagadas ou terceiro turno autônomo ou ainda produção desassistida).
- 4 Nível 4 (Classe Mundial):** Aplicação de gêmeos digitais (digital twin), manufatura aditiva para refrigeração conformada (*conformal cooling*) e eliminação de refugo por meio de engenharia preditiva.

- 5 Nível 5 (Melhoria Contínua e Agilidade Orientada a Dados):** Integração de algoritmos de Inteligência Artificial que analisam o histórico de projetos, usinagem e *tryouts*, alimentando automaticamente a engenharia com correções preventivas e promovendo inovação contínua.

TECNOLOGIAS DE IMPACTO DIRETO: AUTOMATIZANDO O GARGALO DO TRYOUT

O momento do *try-out* - especialmente no setor de matrizes de estampo e de moldes de grande porte - permanece como um dos maiores custos ocultos da ferramentaria. A aplicação da Internet das Coisas (IIoT) e sensoriamento no *tryout* surge para transformar esse gargalo:

- **Sensoriamento dinâmico no tryout:** A instalação de sensores piezoelétricos de carga, deslocamento, temperatura e emissão acústica nas prensas e injetoras de teste permite capturar a deformação elástica da ferramenta e picos de esforço em tempo real. Os dados orientam correções micrométricas exatas na usinagem, reduzindo semanas de bancada.
- **Simulação preditiva e validação virtual:** A combinação do CAE (*Computer-Aided Engineering*) com simulações de fluxo e de conformabilidade antecipa trincas, rugas e defeitos estéticos antes mesmo da primeira cavidade ser usinada.
- **Usinagem autônoma e conformal cooling:** A inclusão de canais de refrigeração otimizados por meio de manufatura aditiva reduz os tempos de ciclo da peça final do cliente em até 30%, gerando valor percebido imediato.

DIVERSIFICAÇÃO DE MERCADO: DA INJEÇÃO AO DIE CASTING E MÁQUINAS PESADAS

Estudos internacionais de *benchmark*, como o mapeamento da Marcus Manufacturing das principais empresas globais de *die casting*, demonstram que as ferramentarias líderes têm expandido sua atuação para além do tradicional setor automotivo leve.

- Setor de fundição (*die casting*) e grandes estruturas: A tendência global de consolidação de grandes componentes (*gigacasting*) para veículos elétricos e máquinas de porte pesado exige ferramentais gigantescos e de altíssima complexidade.
- Máquinas pesadas, agronegócio e mineração: Moldes e caixas de alma para componentes fundidos de grande porte (tratores, blocos de motor, equipamentos amarelos) representam um mercado de elevadíssima margem. A aplicação de manufatura aditiva, usinagem multieixos e IA na recuperação e na reengenharia desses moldes reduz o tempo de máquina parada (*downtime*) dos clientes.

ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO: O PAPEL DAS PARCERIAS E JOINT VENTURES

Nenhuma ferramentaria de médio porte conseguirá dominar, isoladamente, toda a esteira tecnológica necessária para atingir a classe mundial. A construção de uma cadeia sustentável no Brasil exige uma mudança profunda na cultura empresarial:

- 1 Parcerias com ICTs e Institutos de Pesquisa:** O codesenvolvimento tecnológico com universidades e institutos de inovação (como SENAI/IST, IPT e programas apoiados por Mover/Fundep, EMBRAPPI e FINEP) permite

diluir os custos e riscos de P&D em tecnologias emergentes, como manufatura aditiva e sensoriamento avançado.

- 2 Especialização e cooperatividade (*joint ventures*):** Em vez de tentar produzir todos os tipos de ferramentais, as ferramentarias nacionais podem especializar-se em nichos específicos de processos e firmar parcerias estratégicas (*joint ventures* ou consórcios de produção ou alianças). Essa sinergia permite disputar grandes pacotes de ferramentais junto a montadoras e multinacionais, entregando capacidade produtiva de grande porte sem a necessidade de imobilizar capital individualmente.

A herança técnica e a memória industrial - tão bem preservadas em polos históricos como os de Joinville/SC, Caxias do Sul/RS e nos estados de São Paulo e Minas Gerais - comprovam a capacidade inventiva do ferramenteiro brasileiro. O desafio atual não é substituir o talento humano, mas potencializá-lo por meio de ferramentas digitais, modelos de gestão modernos e alianças estratégicas.

CONCLUSÃO E CONVITE À REFLEXÃO

A transformação digital não é apenas uma escolha tecnológica; é uma decisão estratégica de sobrevivência e crescimento. O avanço da indústria de moldes e matrizes rumo ao padrão global exige reflexão, diagnóstico e, acima de tudo, a coragem de quebrar velhos paradigmas operacionais e de cooperação.

Nas próximas edições desta coluna, aprofundaremos os passos práticos para a formação de talentos na era digital, a precificação estratégica baseada em valor e os novos modelos de negócios para o setor. ■

REFERÊNCIAS E LEITURAS RECOMENDADAS

- [1] Benchmarking internacional para ferramentarias brasileiras. Programa Rota 2030 / Mover — Fundep & UFMG. Disponível em: <https://mover.fundep.ufmg.br/benchmarking-internacional-para-ferramentarias-brasileiras/>.
- [2] Die casting machines market size, share & industry analysis. Fortune Business Insights. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/die-casting-machines-market-106963>.
- [3] Top die casting companies in the world & global benchmarks. Marcus Manufacturing. Disponível em: <https://marcusmanufacturing.com/top-die-casting-companies-in-the-world/>.
- [4] O perfil tecnológico das ferramentarias brasileiras. Revista Corte e Conformação de Metais (CCM) / Aranda Editora. Disponível em: <https://www.arandanet.com.br/revista/ccm/noticia/13223-O-perfil-tecnologico-das-ferramentarias-brasileiras.html>.
- [5] Manufatura aditiva, usinagem e IA na recuperação de moldes para fundição. Revista Corte e Conformação de Metais (CCM) / Aranda Editora. Disponível em: <https://www.arandanet.com.br/revista/ccm/noticia/13063-Manufatura-aditiva-usinagem-e-ia-na-recuperacao-de-moldes-para-fundicao.html>.
- [6] Um olhar sobre o patrimônio industrial da cidade: Memórias dos ferramenteiros de Joinville/SC. ResearchGate, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348323926-Um_olhar_sobre_o_patrimonio_industrial_da_cidade_memorias_dos_ferramenteiros_de_Joinville-SC.



Marcelo Teixeira dos Santos - Engenharia Mecânica pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (1989), Mestre em Engenharia Mecânica (1994) e Doutor em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP (1998). De 2013 a 2014 coordenou o programa de mestrado em engenharia mecânica da UNISOCIESC - Centro Universitário SOCIESC. De 2013 a 2016 coordenou a graduação em engenharia mecânica da UNISOCIESC. Atua há mais de 20 anos nas áreas de inovação industrial e transformação digital, com sólida experiência em gestão de portfólio de PD&I, transferência de tecnologia e liderança de operações em manufatura avançada. Ao longo da trajetória, liderou equipes e projetos em instituições de pesquisa aplicada, startups de automação e universidades, sempre com foco em resultados sustentáveis, inovação aplicada e impacto na sociedade - conectando pesquisa à indústria para melhorar vidas por meio de processos mais eficientes, redução de custos e expansão sustentável de ecossistemas produtivos. mteixeira@gmail.com

CONHECE AS NOVIDADES?

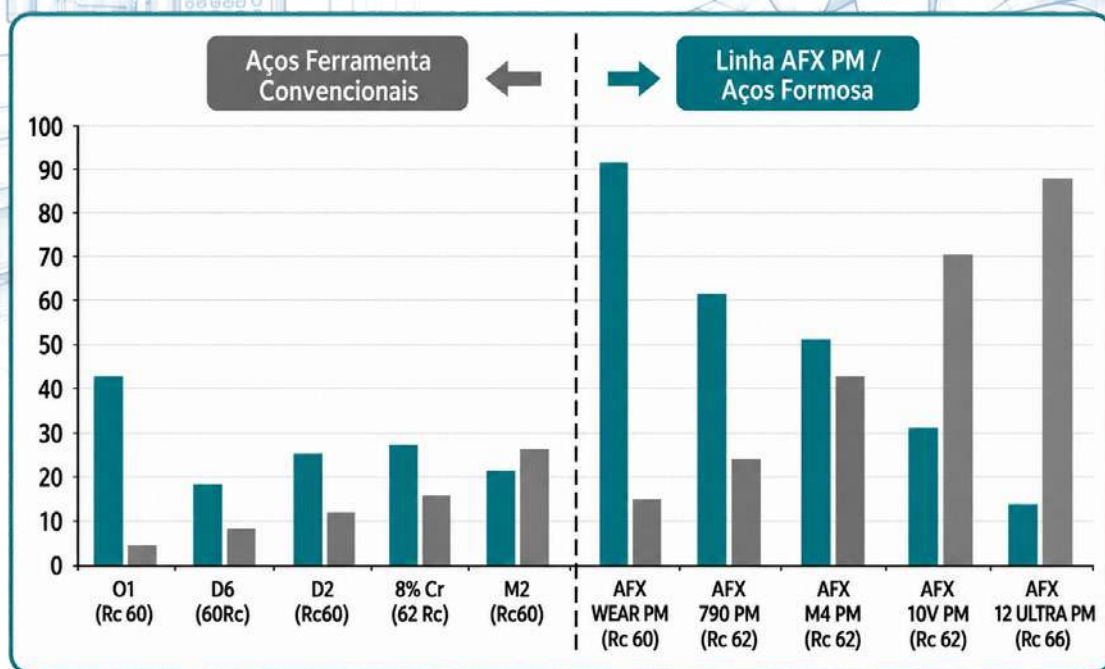
Se a sua empresa utiliza há tempo os aços sinterizados mais conhecidos, como: **CPM10V, CPM 4, VANADIS 8, S790, S360, ASP 2053.**

E se ainda utiliza os aços convencionais D-2, M-2, VF800 e os demais com 8% de Cromo, mude já para os aços **PM** da linha **AFX** e obtenha grandes ganhos em produtividade!

Powder Metallurgy / Sinterizado



AFX • Extreme Performance Steels



11 3883-3166



pm@acosformosa.com.br



www.acosformosa.com.br



Rua Conselheiro Cotegipe, 245
Belém - SP



O PESO DO AMBIENTE NA PERFORMANCE PROFISSIONAL

POR EMÍLIO DA SILVA NETO



Imagem ilustrativa gerada por IA

Nos últimos anos, percebe-se uma mudança silenciosa na rotina profissional das pessoas. Sem que haja um planejamento específico para isso, passou-se a trabalhar, cada vez mais, *"em trânsito"*.

Entre um destino e outro, entre um compromisso e o seguinte, o escritório da gente deixou de ser um espaço fixo e planejado, para ocupar mesas de lojas de conveniência, cafeterias, praças de alimentação, salas de espera, aeroportos, bancos de praças e, até, perigosamente, boleias de veículos.

Curiosamente, essa nova dinâmica não reduziu o volume de trabalho. Pelo contrário. Relatórios continuam sendo escritos, projetos seguem sendo analisados, reuniões acontecem normalmente e decisões continuam sendo tomadas no mesmo ritmo de antes ou, até, mais rapidamente.

E isto desperta uma reflexão: será que o desempenho profissional permanece realmente o mesmo, quando se troca um escritório cuidadosamente planejado por um ambiente público, em meio ao movimento de pessoas? Ou apenas se tem a impressão de que se continua produzindo igual?

A pergunta parece simples, mas envolve uma área inteira de estudos, que reúne arquitetura, psicologia, ergonomia, neurociência e administração. Afinal, o ambiente nunca é neutro. Ele conversa conosco o tempo inteiro, mesmo quando não se percebe. Por isso, durante décadas, as empresas investiram milhões na criação de escritórios

considerados ideais, não apenas por questões estéticas, mas por haver uma lógica por trás de cada detalhe.

A iluminação, cuidadosamente dimensionada para reduzir a fadiga visual. As cadeiras, buscando minimizar lesões musculares. A climatização, procurando manter uma temperatura confortável. O isolamento acústico, evitando distrações. A disposição dos móveis, favorecendo determinados fluxos de trabalho. E cores das paredes, escolhidas para transmitir calma, criatividade ou concentração. Nada disso por acaso.

Considerando que o cérebro humano está permanentemente processando estímulos ambientais e possui recursos limitados para manter foco, memória de trabalho, raciocínio e tomada de decisões, pode - quando o trabalho acontece em público - sobrar menos energia para aquilo que realmente importa.

De qualquer maneira, nunca foi tão fácil trabalhar de qualquer lugar. Contudo, os estímulos destes ambientes diversos podem levar a um cansaço desproporcional ao que realmente se produz.

Ao mesmo tempo, existe um aspecto interessante. Nem sempre ambientes movimentados são prejudiciais. Há pessoas que se estimulam criativamente, em ambientes de ruído moderado, pois criatividade e análise profunda não utilizam exatamente os mesmos recursos mentais.

Talvez, então, o maior aprendizado seja justamente este: o escritório moderno pode, de fato, estar em qualquer lugar. Porém, nossa mente continua precisando de condições adequadas para entregar o seu melhor.

Ou seja, a tecnologia tornou o trabalho portátil; a natureza humana, entretanto, permanece essencialmente a mesma. Assim, quem compreender essa diferença conseguirá extrair o melhor dos dois mundos: a liberdade de trabalhar onde estiver e a sabedoria de reconhecer que o espaço ao nosso redor também participa, silenciosamente, de cada decisão, de cada ideia e de cada resultado alcançado.

E, viva o *"mobile office"*! ■



Emílio da Silva Neto - PhD/Dr.-Ing, Pós-Doc, Conselheiro, Consultor e Mentor em Gestão, Governança, Planejamento Estratégico e Sucessão de Empresas Familiares. Conteúdos sobre Excelência no Trabalho no Dia a Dia e Sucessão Empresarial Familiar. Face/Insta/Link/Yout: emiliodsneto. emiliodsneto@gmail.com



Toolphin, o mascote amigo da ferramentaria.



FLUIDO DE CORTE COMO ESTRATÉGIA E PRODUTIVIDADE NA USINAGEM

POR MOISÉS H. B. PEREIRA

A usinagem CNC evoluiu rapidamente nas últimas décadas. Máquinas mais precisas, ferramentas de alto desempenho, automação e sistemas inteligentes elevaram a produtividade e a qualidade dos processos. No entanto, um fator ainda recebe menos atenção do que deveria: o fluido de corte.

Em muitas empresas, a escolha do fluido continua sendo baseada principalmente no preço. Essa decisão pode parecer simples, mas influencia diretamente a vida útil das ferramentas, o acabamento superficial das peças, a estabilidade do processo, o consumo de insumos e os custos de produção.

Na rotina da indústria de usinagem CNC é comum que problemas como desgaste prematuro de ferramentas, excesso de espuma, corrosão, instabilidade dimensional, retrabalho e pequenas paradas sejam tratados como situações normais. Entretanto, muitos desses problemas estão relacionados à seleção, ao monitoramento ou à manutenção inadequada do fluido de corte.

Mais do que um produto auxiliar, o fluido de corte deve ser entendido como parte do processo de usinagem. Quando corretamente especificado e controlado, contribui para aumentar a produtividade, reduzir desperdícios e melhorar a confiabilidade das operações.



Imagem ilustrativa gerada por IA

Apesar de sua importância, o fluido de corte ainda é subestimado em muitas operações de usinagem. Enquanto máquinas e ferramentas recebem investimentos constantes, a gestão do fluido nem sempre acompanha

essa evolução (figura 1). O resultado são perdas silenciosas que afetam a produtividade e aumentam os custos operacionais.

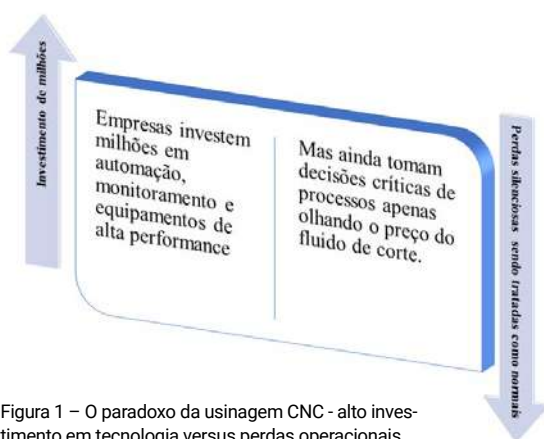


Figura 1 – O paradoxo da usinagem CNC - alto investimento em tecnologia versus perdas operacionais decorrentes da gestão inadequada do fluido de corte.

Este artigo apresenta uma revisão técnica sobre a importância e a aplicação dos fluidos de corte na usinagem. O objetivo é mostrar, de forma clara e prática, como a escolha, a aplicação e o monitoramento adequados do fluido podem melhorar o desempenho do processo, aumentar a vida útil das ferramentas e contribuir para uma produção mais eficiente e competitiva.

O FLUIDO DE CORTE COMO VARIÁVEL ESTRATÉGICA

Durante muitos anos, o fluido de corte foi tratado apenas como um item de consumo. Enquanto máquinas, ferramentas e sistemas de automação recebiam investimentos cada vez maiores, a escolha do fluido frequentemente era baseada apenas no menor preço. Essa prática ainda é comum, mas está longe de ser eficiente. Hoje, a literatura técnica demonstra que o fluido de corte influencia diretamente a produtividade, a qualidade das peças, a vida útil das ferramentas e o custo final da usinagem.

Na prática, um fluido inadequado pode provocar superaquecimento, desgaste prematuro das ferramentas, acabamento superficial inferior, aumento do refugo e paradas não programadas. Por outro lado, quando corretamente selecionado e monitorado, ele contribui para maior estabilidade do processo, redução de desperdícios e melhor aproveitamento dos recursos produtivos. Por isso, o fluido de corte deve ser considerado uma variável estratégica do processo de usinagem e não apenas um insumo operacional.

PRINCIPAIS FUNÇÕES DO FLUIDO DE CORTE

O desempenho do fluido de corte está diretamente relacionado às funções que ele exerce durante a usinagem. Embora cada operação tenha características próprias, quatro funções são consideradas essenciais:

- **Refrigeração:** controla a temperatura na região de corte, reduzindo o aquecimento da peça e da ferramenta e contribuindo para maior estabilidade dimensional;
- **Lubrificação:** diminui o atrito entre ferramenta, peça e cavaco, reduzindo o desgaste e favorecendo operações mais estáveis;
- **Remoção de cavacos:** facilita a expulsão dos cavacos da zona de corte, evitando riscos na peça, recorte do cavaco e danos à ferramenta, principalmente em operações de furação e usinagem de cavidades;
- **Proteção contra corrosão:** ajuda a proteger máquinas, ferramentas e peças contra oxidação, aumentando a durabilidade dos componentes e contribuindo para a conservação do sistema.

DESENVOLVIMENTO

Os benefícios proporcionados pelo fluido de corte não dependem apenas da qualidade do produto, mas também da forma como ele é aplicado e monitorado. Concentração inadequada, contaminação, falta de manutenção e ausência de controle podem comprometer o desempenho do processo e aumentar significativamente os custos de produção.

Os estudos consultados mostram que a seleção do fluido deve considerar o material usinado, o tipo de operação, as condições de corte, o acabamento desejado e as recomendações do fabricante. Uma escolha criteriosa reduz falhas, aumenta a confiabilidade do processo e contribui para uma produção mais eficiente.

Em um cenário de crescente competitividade, pequenas melhorias acumuladas ao longo do processo representam ganhos importantes. O fluido de corte faz parte desse conjunto de decisões e deve ser tratado como um aliado da produtividade, da qualidade e da redução de custos.

Como escolher o fluido de corte

A escolha do fluido de corte não deve ser baseada apenas no preço de compra. Cada operação de usinagem

apresenta características próprias e exige um produto compatível com o material usinado, o tipo de ferramenta, os parâmetros de corte e o nível de acabamento esperado (figura 2). Um fluido inadequado pode comprometer o desempenho do processo mesmo quando são utilizados equipamentos modernos.

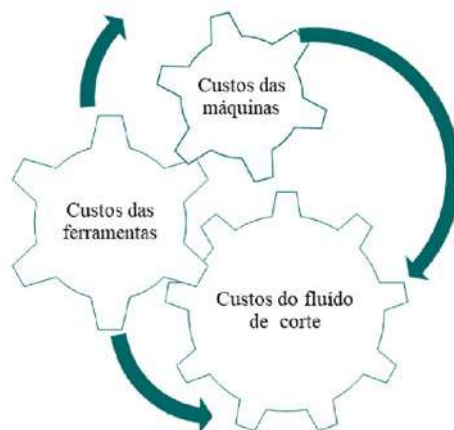


Figura 2 – Principais fatores que devem ser considerados na seleção de um fluido de corte.

Antes da seleção, é importante avaliar fatores como capacidade de refrigeração, lubrificação, estabilidade da emulsão, facilidade de manutenção, proteção contra corrosão, segurança para o operador e impacto ambiental. Além disso, o acompanhamento técnico e o monitoramento periódico da concentração e das condições do fluido são fundamentais para garantir resultados consistentes.

Em outras palavras, escolher o fluido correto significa investir na estabilidade do processo. O menor preço nem sempre representa o menor custo quando se considera todo o ciclo de produção.

Custos ocultos da má gestão do fluido

Grande parte dos custos relacionados ao fluido de corte não aparece de forma imediata. Eles surgem lentamente por meio de pequenas perdas diárias que, quando somadas, comprometem a produtividade e a competitividade da empresa.

Desgaste prematuro das ferramentas de corte, aumento do refugo, instabilidade dimensional, excesso de espuma, corrosão, contaminação microbiológica, retrabalho e paradas não programadas são exemplos de problemas frequentemente associados à seleção inadequada ou à falta de monitoramento do fluido (figura 3). Em muitos casos, essas perdas são tratadas como parte da rotina, quando poderiam ser evitadas.

Assim, a aparente economia obtida na compra de um produto mais barato pode ser rapidamente anulada pelo aumento dos custos operacionais.

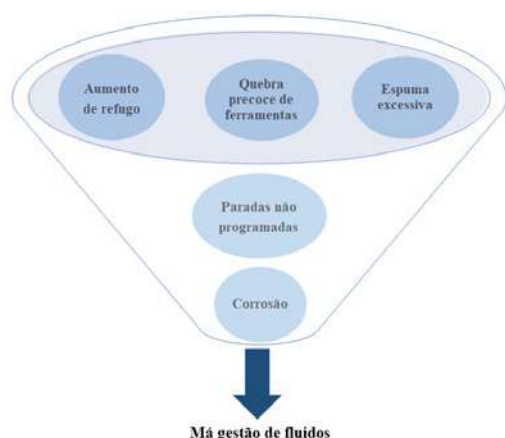


Figura 3 – Principais impactos da seleção inadequada e da falta de monitoramento do fluido de corte.

DISCUSSÃO

Os estudos analisados convergem para uma mesma conclusão: o desempenho da usinagem depende da interação entre máquina, ferramenta, parâmetros de corte, operador e fluido de corte. Quando um desses elementos é negligenciado, todo o processo perde eficiência.

Embora o avanço tecnológico tenha aumentado a precisão das máquinas e das ferramentas de corte, muitas empresas ainda tratam o fluido de corte apenas como um insumo de baixo custo. Essa visão limita o potencial de melhoria do processo e favorece o surgimento de perdas silenciosas.

Mais do que reduzir temperatura ou lubrificar a região de corte, o fluido contribui para a confiabilidade do processo. Empresas que adotam critérios técnicos para sua seleção e monitoramento tendem a obter maior estabilidade operacional, melhor qualidade das peças e menor custo total de produção. Em usinagem, nem sempre o produto

mais barato representa a melhor escolha; frequentemente, a decisão de menor custo inicial é a que gera o maior custo ao longo do processo.

TENDÊNCIAS

A busca por processos mais eficientes e sustentáveis impulsiona o desenvolvimento de novos fluidos de corte e novas estratégias de lubrificação. Tecnologias como a mínima quantidade de lubrificante (MQL/MQF), fluidos biodegradáveis e formulações de maior vida útil vêm ganhando espaço em diferentes segmentos da usinagem.

Apesar desses avanços, não existe uma solução universal. A melhor alternativa depende do material usinado, da operação, dos requisitos de qualidade e das condições de produção. A tendência é que a escolha do fluido seja cada vez mais baseada em desempenho global do processo e não apenas no custo de aquisição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fluido de corte deixou de ser um componente secundário da usinagem. Sua influência sobre a produtividade, a qualidade das peças, a vida útil das ferramentas e os custos operacionais demonstra que ele deve fazer parte das decisões estratégicas do processo produtivo.

Os estudos revisados mostram que a correta seleção, aplicação e manutenção do fluido reduzem perdas, aumentam a estabilidade da produção e contribuem para melhores resultados técnicos e econômicos.

Em um mercado cada vez mais competitivo, investir apenas em máquinas e ferramentas já não é suficiente. Empresas que também investem na gestão do fluido de corte conseguem transformar uma variável frequentemente negligenciada em uma vantagem competitiva. ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] A voz da indústria. Veja como escolher corretamente os fluidos de corte nos processos produtivos da indústria. <https://avozdaindustria.com.br/artigos/veja-como-escolher-corretamente-o-fluido-de-corte-nos-processos-produtivos-da-industria/>
- [2] Biolub, 2019. Como aumentar a produtividade em 37% na furação profunda de aço: estudo de caso. <https://biolub.com.br/blog/furacao-profunda-aco-estudo-de-caso/>
- [3] Blaser, 2025. Soluções para cada aplicação. Disponível em <https://blaser.com/pt-pt/industrias/> Acesso em 26 de maio de 2026.
- [4] Bortolini Júnior, Celso. Efeito da aplicação do fluido de corte na usinagem da superliga Nimonic 80A. [S.l.]: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 17/dez/2013.
- [5] Informetal, 2021. Bener Info Metal - T02 EP19 - Blaser – As vantagens em utilizar um fluido lubrificante de qualidade. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=YSA5k99deco> Acesso em 26 de maio de 2026.
- [6] IIOT - The actual cost of downtime in the manufacturing industry, 2018 Disponível em <https://www.iiot-world.com/predictive-analytics/predictive-maintenance/the-actual-cost-of-downtime-in-the-manufacturing-industry/> Acesso em 26 de maio de 2026.
- [7] SENAI, 2023. A importância do fluido de corte na usinagem. SENAI Play. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=u40nGdkUZFw> Acesso em 26 de maio de 2026.
- [8] Solutio, 2025. Fluido de usinagem: como escolher o ideal. Disponível em <https://solutio.ind.br/site/fluido-de-usinagem-como-escolher-o-ideal/> Acesso em 26 de maio de 2026.
- [9] Usinagem Estrela. Como a usinagem revoluciona a indústria. 2025 - Disponível em <https://www.usinagemestrela.com.br/blog/categorias/usinagem/como-a-usinagem-cnc-revolucionou-a-industria> Acesso em 26 de maio de 2026.



Moisés Henriques Braga Pereira - Especialista em CNC | Fundador da PAPO CNC ACADEMY
moises@papocnc.com.br



**BERGER
TECHNIK**

PRECISÃO
PRODUTIVIDADE
CONFIANÇA
EM CADA FIXAÇÃO

ZeroPoint

SISTEMA DE FIXAÇÃO PNEUMÁTICO BQ7

MAIS PRODUTIVIDADE PARA
A SUA INDÚSTRIA.



ALTA
PRECISÃO



MAIOR
PRODUTIVIDADE



ROBUSTEZ
E CONFIABILIDADE



ALTA
REPETIBILIDADE



www.bergertechnik.com



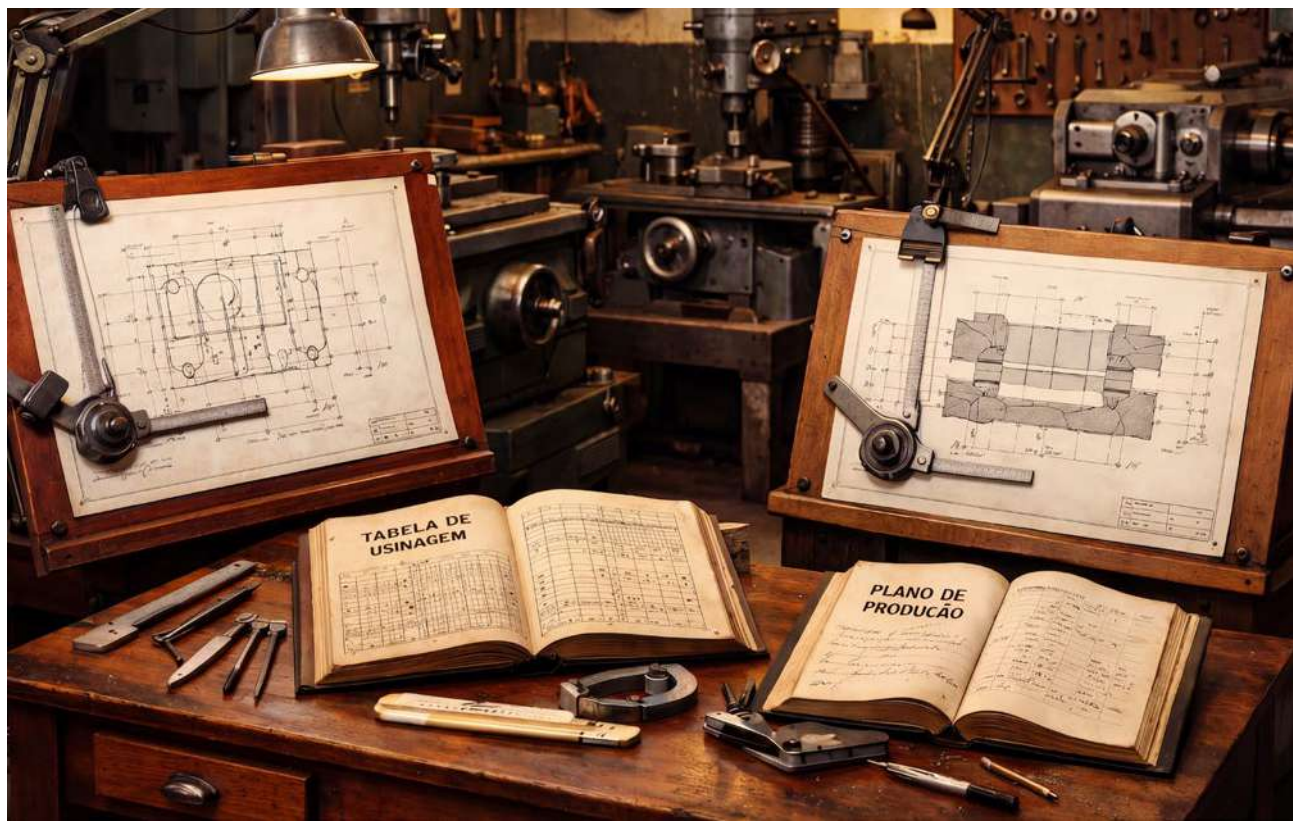
WhatsApp: (11) 94981-2200



vendas@bergertechnik.com

TECNOLOGIA QUE IMPULSIONA O SEU NEGÓCIO





DA BANCADA AO ALGORITMO

POR **EDUARDO ZAFFANI**

A história da ferramentaria é, acima de tudo, uma história de conhecimento. Muito antes dos *softwares* de modelamento tridimensional, dos centros de usinagem CNC e das simulações computacionais, a indústria era construída pela experiência acumulada de profissionais que transformavam matéria-prima, desenhos técnicos e conhecimento em soluções para os mais diversos segmentos industriais. Na década de 1970, praticamente todas as decisões dependiam da capacidade técnica e da experiência dos profissionais envolvidos, os desenhos eram desenvolvidos manualmente, os cálculos eram realizados sem recursos digitais e a fabricação exigia elevados níveis de habilidade prática. Ao longo das décadas seguintes, a indústria passou por uma transformação extraordinária: a chegada dos sistemas CAD/CAM revolucionou o desenvolvimento de projetos, os centros de usinagem

CNC elevaram os níveis de precisão e produtividade, a eletroerosão evoluiu significativamente e softwares de engenharia passaram a auxiliar análises que antes dependiam exclusivamente da experiência humana. Cada geração incorporou novas ferramentas, novas tecnologias e novas formas de trabalhar, mas, mesmo diante de toda essa evolução, um fator permaneceu inalterado: o conhecimento continua sendo o ativo mais valioso de qualquer ferramentaria. É justamente nesse ponto que surge um dos maiores desafios da atualidade.

A indústria de moldes e ferramentais vive um momento de transformação. Os produtos estão cada vez mais complexos, os ciclos de desenvolvimento estão cada vez mais curtos e os clientes exigem maior velocidade, maior qualidade e custos cada vez mais competitivos. Ao mesmo tempo, muitas empresas enfrentam dificuldades

crescentes na formação e retenção de profissionais especializados, já que grande parte do conhecimento necessário para projetar, fabricar e ajustar moldes continua concentrada em profissionais altamente experientes — capazes de identificar riscos de moldabilidade, prever dificuldades de fabricação e tomar decisões que somente anos de bancada permitem desenvolver. O desafio surge quando percebemos que esse conhecimento permanece armazenado apenas na experiência individual dessas pessoas: quando um profissional se aposenta ou deixa a organização, frequentemente parte dele se perde junto. Embora a digitalização tenha avançado, muitas decisões continuam sendo tomadas de forma predominantemente empírica — a análise de uma peça depende da interpretação de quem avalia o projeto, a elaboração de um orçamento varia conforme a experiência do responsável, e a identificação de riscos de moldabilidade muitas vezes só aparece durante a construção ou o teste do molde. Essa realidade levanta uma questão estratégica para toda a indústria: como preservar décadas de experiência e torná-las acessíveis às próximas gerações?

Vale nomear com precisão onde, na prática, esse conhecimento faz falta e onde o dinheiro é perdido todos os dias em uma ferramentaria: um ponto de injeção mal definido pode gerar linha de solda em região crítica, aprisionamento de ar e preenchimento desbalanceado; espessuras de parede mal transicionadas geram rechupe; a combinação de contração diferencial do material, desbalanceamento térmico do molde e parâmetros de processo gera empenamento; ângulos de saída insuficientes ou contrasaidas não identificadas a tempo geram defeitos de extração; e canais de alimentação ou refrigeração mal dimensionados aumentam tempo de ciclo e comprometem o balanceamento térmico da peça. Boa parte desse retrabalho não

nasce sequer de um erro técnico puro, mas de uma informação incompleta ou mal transmitida entre engenharia de produto e engenharia de ferramentaria. Descoberto na fase de projeto, cada um desses riscos custa uma decisão de engenharia; descoberto na fase de teste do molde, custa retrabalho físico de usinagem e eletroerosão, além de semanas de atraso — e é exatamente nesse intervalo, entre o momento em que o risco existe e o momento em que ele é percebido, que a Inteligência Artificial tem o potencial de gerar mais valor.

Quando se fala em Inteligência Artificial na indústria, muitas pessoas imaginam robôs substituindo profissionais. Na realidade, sua aplicação mais promissora está em outro lugar: atuar como ferramenta de apoio à engenharia, auxiliando profissionais na análise de informações, na identificação de padrões, na avaliação de riscos e na tomada de decisões técnicas, sem substituir engenheiros, projetistas, ferramenteiros ou programadores, mas ampliando suas capacidades. Foi a partir dessa necessidade que nasceu o conceito do ATLAS — Da Geometria à Decisão, uma plataforma de engenharia inteligente concebida e conduzida por Eduardo Zaffani dentro da ELRET Ferramentaria. Antes de qualquer passo em direção ao mercado, o ATLAS está sendo desenvolvido e testado internamente na própria ELRET, que funciona como o primeiro ambiente real de validação da plataforma: cada projeto analisado, cada orçamento gerado e cada risco identificado ao longo da rotina da empresa ajuda a calibrar o sistema antes de qualquer uso externo. O propósito do ATLAS não é substituir profissionais nem automatizar decisões complexas — é potencializar a capacidade técnica das pessoas por meio da integração entre geometria, conhecimento industrial e Inteligência Artificial, utilizando a própria geometria da peça como fonte principal de informação. A partir de um modelo tridimensional, a



LIGAS ESPECIAIS.

BRONZE DE ALTA DUREZA
E **COBRE**
DE ALTA CONDUTIVIDADE



PECAS USINADAS
E
MATERIAL BRUTO



**ALTA
PRECISAO**

EM CADA DETALHE



DURABILIDADE

E RESISTENCIA
COMPROVADAS



DIVERSIDADE

DE PECAS E
LIGAS ESPECIAIS



QUALIDADE

QUE GERA
CONFIANCA



**DO PROJETO
À PRODUÇÃO,
SOMOS SEU
FORNECEDOR DE
SOLUÇÕES.**

Tel. (11) 5641-4361

WhatsApp. (11) 9 4502-9980

www.bronzemetall.com.br

bronzemetal@bronzemetal.com.br

plataforma interpreta características geométricas, identifica potenciais riscos de moldabilidade e apoia decisões que tradicionalmente dependiam apenas da experiência individual: a peça deixa de ser somente um modelo 3D e passa a ser uma fonte ativa de conhecimento.

A partir de um modelo STL, a nova geração de plataformas de engenharia — entre elas o ATLAS — já é capaz de avaliar a complexidade geométrica da peça, detectar contrasaídas, identificar regiões críticas para extração, avaliar ângulos de saída, analisar espessuras de parede e apontar candidatos a ponto de injeção, além de apoiar estimativas de custos e prazos e comparar o projeto atual com o histórico de projetos anteriores. Vale uma distinção técnica importante: identificar uma contrasaída ou medir um ângulo de saída é geometria computacional determinística, o mesmo resultado sempre para a mesma entrada; já sinalizar risco de rechupe ou de empenamento com confiança exige cruzar essa geometria com dados reais de material e processo, e por isso essas estimativas funcionam melhor como triagem inicial de risco — a ser confirmada em simulação reológica e térmica — do que como previsão definitiva. É justamente nesse cruzamento entre geometria e histórico de não conformidades que a Inteligência Artificial mostra seu maior diferencial: reconhecer que peças com padrão geométrico semelhante a projetos anteriores já geraram determinado tipo de problema, algo que, até então, dependia inteiramente da memória de poucos profissionais seniores.

Um exemplo concreto dessa validação ocorreu na própria ELRET, em um projeto de suporte estrutural em PA66 com 30% de fibra de vidro, destinado a um sistema de fixação automotivo, com nervuras de reforço, furos roscados por insertos metálicos e uma face de vedação com tolerância de planicidade apertada. Na avaliação inicial da geometria, o padrão da peça se assemelhava a projetos anteriores da empresa em que uma posição de injeção próxima à face de vedação havia gerado linha de solda em região crítica e, posteriormente, empenamento por orientação de fibra desbalanceada. No fluxo tradicional, esse tipo de risco costuma só aparecer no teste do molde, quando corrigi-lo exige retrabalho de eletroerosão no bloco macho e semanas adicionais de cronograma. Com a triagem geométrica cruzada ao histórico da ELRET, o alerta apareceu ainda na fase de projeto, priorizando a simulação de posições alternativas de injeção antes da liberação para usinagem — transformando o que seria uma intervenção física cara em uma decisão de engenharia tomada a tempo, a um custo muito menor. É esse tipo de ganho, replicado projeto após projeto, que sustenta a lógica por trás do ATLAS: usar o próprio histórico da ferramentaria como matéria-prima de inteligência.

Durante décadas, a indústria investiu em softwares cada vez mais sofisticados para projetar, simular e fabricar produtos, e essas ferramentas continuam fundamentais dentro do processo produtivo. Mas existe uma diferença



importante entre informação e conhecimento: um *software* tradicional executa tarefas específicas para as quais foi desenvolvido, enquanto uma plataforma baseada em Inteligência Artificial tem a capacidade de evoluir à medida que recebe novas informações — desde que essa evolução seja acompanhada de curadoria e validação constante. É justamente nesse ponto que está um dos principais diferenciais do ATLAS: o sistema não depende exclusivamente de novas versões ou módulos adicionais para ampliar sua utilidade, pois sua evolução está diretamente ligada ao conhecimento incorporado em sua base — cada projeto analisado, cada molde fabricado, cada problema identificado, cada solução aplicada e cada decisão tomada pode contribuir para ampliar sua capacidade de análise. Em outras palavras, sua principal matéria-prima não é apenas o código, é a experiência técnica acumulada e devidamente organizada. Quanto mais conhecimento validado for incorporado ao sistema, maior será sua capacidade de gerar valor para engenheiros, projetistas, ferramenteiros e gestores, criando um ambiente onde décadas de experiência acumulada podem ser transformadas em inteligência



acessível para toda a organização.

Talvez a maior mudança esteja no surgimento do conceito de Engenheiro Digital. Assim como o CAD ampliou a capacidade dos projetistas e o CNC ampliou a capacidade da manufatura, a Inteligência Artificial amplia a capacidade de análise dos profissionais: o Engenheiro Digital não toma decisões, ele fornece informações, identifica padrões, sugere caminhos, alerta sobre riscos e aprende continuamente com o que é validado por humanos, mas a responsabilidade final continua sendo humana. É por isso que também é preciso falar com honestidade sobre os limites dessa tecnologia: a IA não substitui a simulação física de processo, já que empenamento, rechupe e orientação de fibra dependem de dados reais de material, temperatura

e tempo de resfriamento que um modelo 3D isolado não carrega; a qualidade do resultado depende diretamente da qualidade e do volume de dados históricos documentados pela própria ferramentaria; e a validação técnica de engenheiros e processistas experientes continua sendo uma etapa obrigatória, não opcional, antes de qualquer decisão de projeto ou fabricação. Da mesma forma que o CAD não substituiu os projetistas e o CNC não substituiu os programadores, a Inteligência Artificial não substituirá os engenheiros — ela ampliará sua capacidade de atuação.

Estamos diante de uma nova etapa da transformação industrial. Nos próximos anos será cada vez mais comum encontrar ferramentarias utilizando plataformas capazes de analisar automaticamente modelos tridimensionais, avaliar moldabilidade, simular cenários de fabricação, estimar custos e prazos, registrar conhecimento histórico, apoiar decisões técnicas complexas e preservar décadas de experiência acumulada. A inteligência deixará de estar exclusivamente nas pessoas ou nos softwares e passará a existir na integração entre ambos; o conhecimento deixará de estar restrito à memória individual e passará a fazer parte da inteligência coletiva das organizações — mudança que pode representar ganhos significativos em produtividade, qualidade e competitividade para quem tratar essa transição com seriedade técnica, começando, como a ELRET vem fazendo com o ATLAS, pela organização do próprio histórico antes de qualquer promessa de automação.

CONCLUSÃO – DA EXPERIÊNCIA À INTELIGÊNCIA

Ao longo das últimas décadas, a ferramentaria evoluiu continuamente: passamos da prancheta ao CAD, do torno convencional ao CNC, da experiência empírica à simulação digital. Agora iniciamos uma nova etapa, em que conhecimento, dados e Inteligência Artificial começam a trabalhar lado a lado.

O verdadeiro potencial dessa transformação não está apenas na tecnologia. Está na capacidade de preservar conhecimento, acelerar decisões e tornar acessível a experiência construída ao longo de gerações. A diferença é que, agora, além das máquinas e das pessoas, contamos também com algoritmos capazes de aprender, analisar e auxiliar na construção da próxima geração da ferramentaria brasileira. O futuro da indústria não pertence apenas à tecnologia. Pertence à união entre tradição, conhecimento e inovação. ■



Eduardo Zaffani - Engenheiro Mecânico formado pela Universidade São Judas Tadeu, com experiência em gestão empresarial, processos industriais e desenvolvimento de ferramentais para injeção plástica. Possui formação complementar em Gestão Empresarial, Gestão Financeira, Liderança e Desenvolvimento de Negócios, além de cursos técnicos e de aperfeiçoamento realizados pelo SENAI e SEBRAE. Atua na gestão da Elret Ferramentaria, empresa especializada no desenvolvimento, fabricação e manutenção de moldes para injeção plástica, atendendo importantes segmentos industriais, como automotivo, linha branca, elétrico e bens de consumo em geral.
engenharia@elret.com.br

TOOL 4 FUTURE – O PRAZO NÃO É APERTADO, É INFLADO

POR REGINALDO BARCELOS E CHRISTIAN DIHLMANN

Em 2 de junho de 2026, no Encontro Nacional de Ferramentarias, os quatro lados da cadeia estiveram na mesma sala: compradores, entre eles montadoras, ferramentarias, fornecedores de mercado e instituições. Havia um painel ao vivo. Quem chegava respondia algumas perguntas pelo celular e via, na tela, o setor se desenhando em tempo real (Figura 1). Os valores são declarados pelos próprios participantes presentes, com a coleta ainda em aberto, e não representam o mercado nacional.



Figura 1 - Painel ao vivo do ENAFER 2026, na tela do App Conexão
[Fonte: Os autores, 2026]

Cento e quarenta pessoas entraram na leitura, sendo 19 do mercado comprador, 53 de ferramentarias, 29 de fornecedores e 39 de instituições. Cento e dezoito avaliaram a ideia de um canal comum entre os atores, e 117 responderam que veem abertura, ou caminho com esforço. Uma única pessoa respondeu que não vê abertura. Ao longo do encontro foram registrados ainda 90 pedidos de indicadores que hoje não existem, ou seja, informação que alguém gostaria de ter e não tem.

O mesmo painel tentou somar o tamanho do setor presente na sala, e não conseguiu.

UM SETOR QUE NÃO CONSEGUE SE SOMAR

O somatório não fechou por razões que valem mais do que o número. A pergunta ia para a pessoa e o valor era da empresa, então uma mesma companhia respondida por dois profissionais aparecia duas vezes, e o mercado parecia



maior do que era. Não havia protocolo dizendo qual é a unidade: pessoa ou empresa.

Faltou também resposta. Das 53 ferramentarias presentes, 31 não informaram faturamento. Dos 19 compradores, 12 não declararam volume de compra. Sobre estrutura de custo, cerca de dois terços não informaram quanto pesam insumos de usinagem, máquinas e equipamentos ou *software*. Isso em um ambiente amigável, no congresso do próprio setor, sem ninguém do outro lado da mesa negociando preço.

E os que responderam não são uma amostra qualquer. Entre as ferramentarias que declararam receita por colaborador, 86% ficaram acima de R\$ 250 mil por pessoa ao ano e nenhuma abaixo de R\$ 150 mil. Declaração não seleciona ao acaso, seleciona quem tem o número na mão, que é quem gerencia. Todo retrato feito de declaração sai melhor do que a realidade.

Nada disso é defeito do painel. É provavelmente o retrato mais honesto que o setor podia produzir de si mesmo naquele dia. E o que vale para somar o setor vale, exatamente igual, para combinar um prazo.

POR QUE O PRAZO É SEMPRE APERTADO, SE NINGUÉM QUER ATRASAR

Pergunte a qualquer ferramenteiro se o prazo do último pedido era confortável. Pergunte ao comprador se ele acredita na data que recebeu. As duas respostas são conhecidas, e a conclusão que se costuma tirar delas, a de que falta capacidade, é falsa na maior parte dos casos.

O que existe é folga. Cada elo da corrente coloca uma reserva no cronograma porque não confia na data do elo anterior. O comercial promete com margem. A engenharia pede alguns dias a mais do que precisa. Compras reserva prazo para o fornecedor atrasar. A fabricação guarda dias para o retrabalho que talvez venha. E do outro lado da mesa acontece o mesmo movimento, em espelho: o comprador pede o ferramental antes do dia em que ele realmente é necessário, para ter margem de manobra se o fornecedor falhar.

O resultado tem duas propriedades ruins. A primeira é que a folga é privada e o atraso é coletivo: cada um protege a si mesmo, ninguém protege a corrente. A segunda é que a folga nem protege. Reserva sem dono e sem visibilidade é consumida antes de ser necessária, porque o trabalho ocupa o tempo disponível e porque começar tarde uma tarefa que tem prazo folgado parece seguro. Quando o problema real chega, a reserva já foi gasta.

Somadas, essas reservas inflam o prazo total, que depois é espremido pelo mercado de volta a um número aceitável. Daí a frase que dá título para este artigo. O prazo do ferramental não nasce apertado. Ele nasce inflado por desconfiança e é apertado depois, na negociação.

A APROVAÇÃO QUE NÃO ESTÁ NO CRONOGRAMA DE NINGUÉM

Há um caso particular que merece nome próprio, porque consome mais calendário do que qualquer gargalo de máquina: os ciclos de aprovação.

Na matriz EAP (Figura 2), aba Equipe do pedido, cada marco do cronograma tem um responsável com nome. Na horizontal corre a passada de bastão entre os marcos, na vertical a cadeia de ajuda. O comprador aparece na faixa de cima e os fornecedores na de baixo, porque a aprovação de um e a entrega do outro também são compromissos



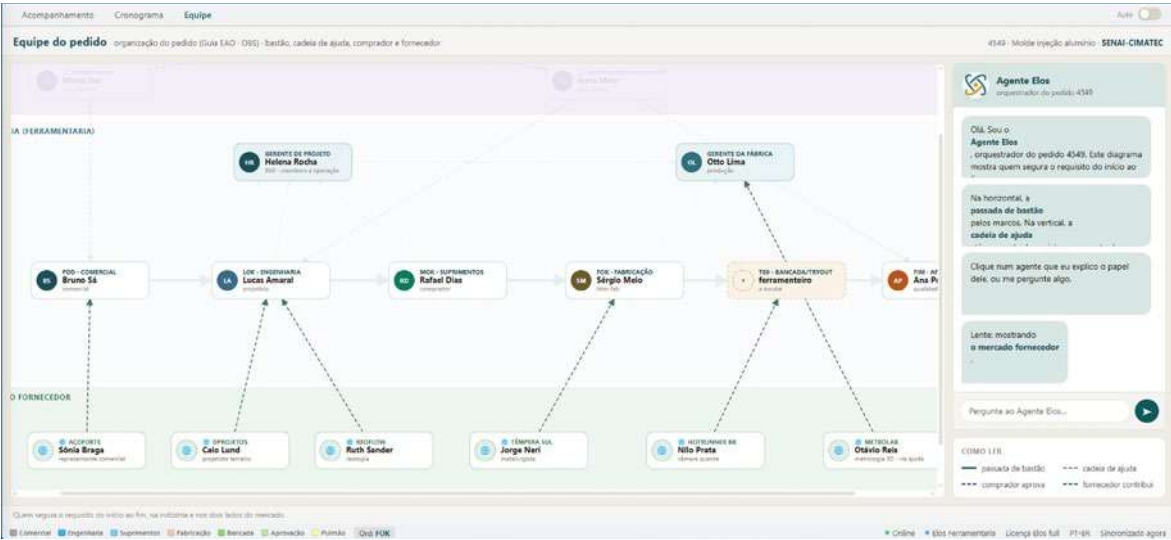


Figura 2 - Matriz EAP do processo [Fonte: Os autores, 2026]

com dono e data. Os dados são fictícios, mas servem para ilustrar o conteúdo do artigo.

Uma liberação que levaria uma hora de trabalho, leva, com frequência, uma semana de calendário. Isso raramente é falta de empenho, e quase nunca é má-fé. É que a aprovação não está no cronograma de ninguém. Ela não tem dono declarado, não tem data prometida, não aparece em nenhuma lista de tarefas e não gera aviso quando atrasa. Do lado de quem espera, é um bloqueio. Do lado de quem aprova, é uma mensagem no meio de outras cinquenta.

Enquanto a aprovação for tratada como evento, e não como trabalho com dono e data, ela vai continuar sendo a parte mais barata e mais lenta do processo.

A CONTA CAI SEMPRE NA FASE MAIS CARA

Aqui está o ponto que deveria incomodar o setor mais do que incomoda. A fabricação é aproximadamente um terço do tempo de atravessamento de um ferramental. Os outros dois terços são comercial, engenharia, compras e aprovações. Em dinheiro, a proporção é oposta: é na fabricação que estão a hora de máquina, o material já comprado, a mão de obra especializada e o risco de refugo.

Na matriz EAP (Figura 3), tela de acompanhamento da plataforma T4F, as fases do cronograma e a folga de cada projeto estão lado a lado. A fabricação, que concentra o custo, é a faixa em cor salmão, entre as cores azuis da engenharia e dos suprimentos e as cores verdes da bancada e da aprovação. Também dados fictícios, apenas para ilustrar o conteúdo do artigo.

Como a data de entrega não se move quando as fases iniciais atrasam, todo atraso das fases baratas é absorvido pela fase cara. As fases baratas gastam a folga da fase cara.

A conta chega em hora extra, turno da noite, sequenciamento quebrado, setup improvisado e retrabalho, tudo concentrado exatamente onde o custo por hora é mais alto e onde estão os ativos que a ferramentaria levou anos para montar.

Proteger a janela de fabricação não é conforto do chão de fábrica. É proteção de ativo. E ela depende de uma coisa que a ferramentaria não controla sozinha, que é a confiabilidade das datas que chegam antes.

E O ERP, NÃO RESOLVE?

Resolve o que ele se propõe a resolver, e resolve bem. Vale separar duas coisas que costumam ser confundidas.

ERP é sistema de registro. Ele guarda com precisão o que foi comprado, o que foi apontado, o que foi faturado, e essa memória é indispensável. Programar é outra natureza de problema: é decidir sob restrição, com capacidade finita, prioridades em disputa e informação incompleta sobre o futuro. Pedir plano ao sistema de registro é pedir aposta ao livro-caixa.

O que costuma faltar não é software, é o alinhamento entre o processo e o ferramental. Um cronograma só é gerenciável quando existe um método que diga o que é um marco, quem recebe o bastão em cada passagem, o que conta como concluído e o que fazer quando o previsto e o realizado divergem. Sem esse acordo, qualquer sistema, por melhor que seja, vira um repositório de datas que ninguém acredita.

O NÓ É DE INFORMAÇÃO, E ELE TEM UM VÍCIO DE ORIGEM

Chegamos ao ponto que o ENAFER deixou visível. Depois do encontro, a leitura mais repetida foi a de que o problema do setor não é capacidade, é linguagem: os quatro lados

falam de coisas diferentes com as mesmas palavras. É verdade, e é insuficiente.

Duas empresas podem se entender perfeitamente e o prazo continuar inflado, porque a desconfiança não vem de vocabulário. Vem de incentivo. Quem informa a data tem interesse no negócio. A ferramentaria que quer o pedido tende a enxergar a própria agenda com otimismo. O comprador que quer margem tende a pedir antes. Nenhum dos dois precisa mentir para que a informação saia distorcida, e é justamente por isso que a desconfiança do outro lado é racional, não cultural.

Se é assim, a saída não é pedir sinceridade. É mudar a origem do dado.

Uma data de disponibilidade tem valor diferente conforme a maneira como foi produzida. Data declarada no momento da negociação carrega o interesse de quem declara. Data derivada da operação, calculada a partir da capacidade instalada e dos compromissos já assumidos,

registrados porque a empresa precisa deles para funcionar, carrega outra coisa: para inflá-la, a empresa teria que operar errado. O custo de distorcer deixa de ser zero.

Isso muda o que se mede. Deixa de fazer sentido perguntar qual é a melhor ferramentaria, e passa a fazer sentido perguntar o quanto aquela data é confiável. E, para valer, a medida precisa ser dos dois lados: se apenas o fornecedor é medido, o instrumento vira ferramenta de compra. O comprador também promete, quando se compromete a aprovar em um prazo, e cumpre ou não.

O QUE ISSO ABRIRIA PARA O SETOR

Três coisas, e nenhuma exige capacidade nova.

No painel Oferta e Demanda do Observatório da Ferramentaria (Figura 4), a demanda por segmento comprador aparece acima, a ocupação e a oferta por faixa de preço constam abaixo. Os dados também são fictícios, servindo para



Figura 3 - Matriz EAP, tela de acompanhamento da plataforma T4F [Fonte: Os autores, 2026]

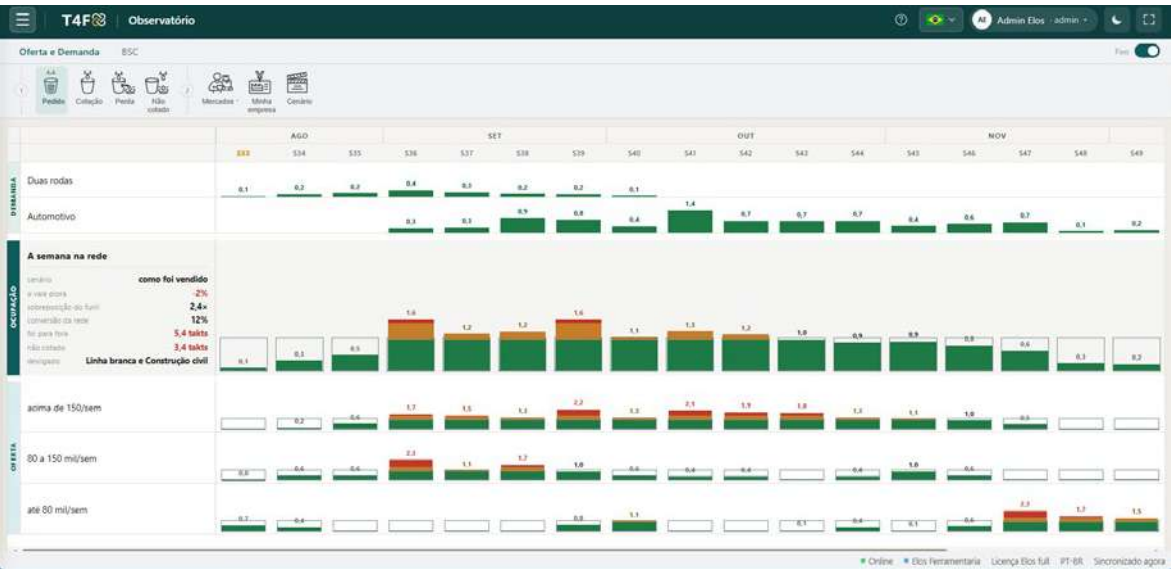


Figura 4 - Painel Oferta e Demanda do Observatório da Ferramentaria [Fonte: Os autores, 2026]

ilustrar o conteúdo do artigo.

A primeira é folga de volta. Se a data do elo anterior é crível, o elo seguinte não precisa carregar reserva privada. O ganho não está em fazer a máquina andar mais rápido, está no colchão que todos carregam e ninguém usa.

A segunda é a ociosidade deixar de ser vergonha. Todo mundo no setor tem vale, e hoje ele é escondido, porque um vale visível vira argumento de preço na mão do comprador. Um vale que aparece como *"há janela neste período"*, sem revelar o quanto a casa está vazia, é oferta em vez de fraqueza.

A terceira é a mais interessante e a menos explorada. Os segmentos compradores têm sazonalidades diferentes.

O automotivo concentra volume uma vez por ano, com atravessamento de seis a nove meses. Linha branca, embalagem e reposição têm outros calendários. Isso significa que o vale de um segmento coincide, com frequência, com o pico de outro, e ninguém enxerga essa complementaridade porque não existe leitura setorial que a mostre. Não se trata de pedir ao comprador que mude a data dele, o que raramente é possível, e sim de tornar a capacidade ociosa encontrável por quem tem trabalho e não tem calendário travado.

UMA QUESTÃO DE MÉTODO, ANTES DE SER DE TECNOLOGIA

Nada disso começa por *software*. Começa por protocolo, no sentido mais simples da palavra: acordo sobre o que cada número significa, qual é a unidade, quem é o dono de cada compromisso e o que se faz quando ele não é cumprido.

O painel do ENAFER provou isso pelo avesso, ao não conseguir somar um setor inteiro que estava ali, presente, disposto e respondendo. Protocolo não é burocracia. É a condição para somar.

A plataforma T4F se propõe a organizar este ambiente e a alavancar a geração de negócios entre os vários atores da cadeia produtiva de ferramentais. E está baseado em 4 pilares estruturantes (Figura 5): Gestão de equipes; Gestão da estratégia; Gestão da Operação e; Gestão da Produção.

É esse o trabalho que a Elos Gestão e Tecnologia vem desenvolvendo com a metodologia Tool 4 Future e com a plataforma que a instrumenta, dentro do convênio entre a



Figura 5 - A plataforma T4F e os quatro pilares da metodologia [Fonte: Os autores, 2026]

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, e a ABINFER - Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais. Vale registrar um compromisso, agora, enquanto ele ainda não custa nada: um ambiente que conecta comprador e ferramentaria só tem autoridade se não tomar partido. Tornar visível a capacidade verificada é papel legítimo de mediação. Dizer quem é melhor não é, e a intenção declarada é nunca o fazer.

Fica o convite ao setor, que é o motivo real deste texto. As 90 sugestões de indicadores registradas no ENAFER dizem que existe apetite por informação que hoje não existe. Quais números o setor precisaria compartilhar, e sob que regras, para que uma data prometida voltasse a valer alguma coisa?

Essa conversa é mais barata agora, entre pares, do que depois, cada um na sua planilha, pondo folga em silêncio.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a instituição de fomento à pesquisa ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial pelo apoio estratégico e financeiro ao projeto. O Tool 4 Future é um projeto desenvolvido no âmbito do Convênio SEI 013/2025, entre a ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e a ABINFER - Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais. Os dados citados foram coletados em painel ao vivo durante o ENAFER 2026 e representam apenas os participantes presentes, não o mercado nacional. ■



Reginaldo Barcelos - Bacharel em Sistemas de Informação pela Univille - Universidade da Região de Joinville. Pós-graduado em Desenvolvimento e Processos de Produtos Plásticos. Pós-graduado em Gestão de Projetos. Master Business em Eletro Metalmeccânica pela Academia FIESC de Negócios. Atuou como projetista de ferramentais, programador CAM e gerente administrativo. Possui expertise em desenvolvimento de projetos de ferramentais, programação CAM, gestão administrativa e processos de fabricação mecânica. Fundador da Elos Consultoria, onde atua no desenvolvimento da metodologia T4F e sua aplicação.
barcelos@elosconsultoria.com.br



Christian Dihlmann - Engenheiro Mecânico e Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Especialista em Administração de Empresas pela Fundação Educacional da Região de Joinville - FURJ/UNIVILLE. Diretor Presidente da SNBD Consultoria Ltda.; Editor-chefe da Revista Ferramental. Sócio fundador da Agile2 Consulting. Exerce ainda as funções de: Presidente da Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais - ABINFER; Presidente da ISTMA - International Special Tooling & Machining Association; Vice-Presidente da VDI Brasil - Associação de Engenheiros Brasil-Alemanha - VDI Verein Deutscher Ingenieure.
presidente@abinfer.org.br | Lattes <http://lattes.cnpq.br/0446222929419765>

19^o

ENAFER

Encontro
Nacional de
Ferramentarias

2027



DATA

EM BREVE

AGUARDE NOVIDADES!

LOCAL

JOINVILLE

SANTA CATARINA

SAVE *The* DATE

A COMPETITIVIDADE DA FERRAMENTARIA COMEÇA MUITO ANTES DA FABRICAÇÃO

POR GLAUBER LONGO



A ferramentaria sempre foi um ambiente de alta especialização técnica, que exige profissionais experientes para lidar com projetos únicos, muitas vezes produzidos sob encomenda.

Mas, nos últimos anos, a complexidade dessas operações aumentou. Componentes mais sofisticados, ciclos de desenvolvimento mais curtos e exigências

crescentes dos clientes ampliaram a pressão sobre as áreas de engenharia e manufatura. Ao mesmo tempo, muitas ferramentarias convivem com a aposentadoria de profissionais que concentram parte significativa do conhecimento técnico acumulado ao longo de décadas. Preservar essa experiência tornou-se um desafio tanto quanto formar e integrar novos profissionais.

Nesse contexto, o desempenho das ferramentarias passou a depender da forma como os dados de engenharia são criados, compartilhados e utilizados ao longo do processo produtivo.

QUANDO OS DADOS SÃO PARTE DO PROBLEMA

Geralmente, os atrasos e retrabalhos observados nas ferramentarias não estão relacionados somente à capacidade técnica das equipes. Muitos problemas surgem quando as áreas utilizam dados que não estão sincronizados. Essa realidade ainda é comum em empresas que dependem de planilhas paralelas, arquivos armazenados em locais distintos e processos manuais para compartilhamento de informações.

Uma alteração que não chega à usinagem ou uma atualização registrada em apenas um setor pode gerar retrabalhos que se espalham por toda a operação. O resultado é o consumo de horas adicionais de engenharia e manufatura que comprometem prazos e rentabilidade.

A COMPETITIVIDADE DA FERRAMENTARIA COMEÇA NO PROJETO

Grande parte dos riscos envolvidos na fabricação de moldes e estampos é definida antes mesmo da primeira operação de usinagem. Decisões tomadas durante a engenharia influenciam diretamente a quantidade de componentes, a complexidade da fabricação, a montagem do ferramental e os ajustes durante o *tryout*.

Por isso, as etapas de concepção e validação têm ainda mais importância dentro das ferramentarias. Conceitos como DFM (*Design for Manufacturing*) e DFA (*Design for Assembly*) contribuem para o desenvolvimento de ferramentais mais simples de fabricar, montar e manter. Soluções de CAD/CAM conectam atividades de engenharia e manufatura, reduzindo o tempo com atualizações manuais e aumentando a consistência das informações utilizadas ao longo da fabricação.

Recursos de simulação passaram a desempenhar papel importante nesse processo. Interferências entre componentes, movimentos de mecanismos e possíveis problemas de montagem podem ser identificados antes da fabricação das peças. A reutilização do conhecimento técnico representa outro avanço. Bibliotecas padronizadas,

templates e estratégias de usinagem garantem o aproveitamento de experiências acumuladas em trabalhos anteriores. Isso reduz o tempo dedicado às atividades de engenharia.

O VALOR ESTÁ NA CONEXÃO ENTRE OS PROCESSOS

Os maiores ganhos da digitalização surgem quando os dados circulam de forma contínua. Uma revisão aprovada pode ser automaticamente disponibilizada para a programação CNC e para a documentação. Com o controle de versões, as informações permanecem sincronizadas entre as áreas, reduzindo significativamente o risco de fabricação com dados desatualizados.

Soluções de PDM (*Product Data Management*) contribuem para organizar o histórico dos projetos. As modificações ficam registradas, permitindo identificar quais intervenções foram realizadas e quais etapas foram impactadas. A integração entre CAD e CAM amplia esse controle ao conectar alterações de engenharia às operações de usinagem, permitindo que as decisões sejam transferidas com mais segurança para o chão de fábrica.

A INTEGRAÇÃO COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO

O avanço mais relevante para as ferramentarias está na capacidade de conectar engenharia, manufatura e gestão em um fluxo digital contínuo. Esse modelo fortalece o controle sobre revisões, alterações de engenharia e transferência de informações entre as diferentes etapas da operação.

Além de reduzir falhas e retrabalhos, a integração ajuda a preservar o conhecimento técnico da empresa. Históricos de projetos, padrões de desenvolvimento e decisões de engenharia passam a ficar registrados e disponíveis para toda a equipe. A experiência dos profissionais continua sendo essencial, mas deixa de estar concentrada apenas em indivíduos e passa a ser apoiada por processos estruturados e informações confiáveis.

Em um ambiente marcado por prazos mais curtos, custos elevados e crescente complexidade técnica, a capacidade de transformar conhecimento em informação acessível, reutilizável e compartilhada tornou-se um dos principais fatores de competitividade para as ferramentarias. ■



Glauber Longo - Diretor da TopSolid Brazil – empresa francesa que desenvolve soluções integradas CAD, CAE, CAM, PDM e ERP para indústrias de todos os portes e segmentos. g.longo@topsolid7.com.br

MUITO ALÉM DO PROTETOR AURICULAR: A CONSTRUÇÃO DE UMA CULTURA DE PREVENÇÃO DA SAÚDE AUDITIVA NA INDÚSTRIA

Preservar a audição exige uma estratégia que vai além do fornecimento de equipamentos de proteção

POR FLÁVIA ACCIARITO



Imagem ilustrativa gerada por IA

Milhares de trabalhadores passam diariamente horas expostos a níveis elevados de ruído. O problema é que a principal consequência dessa exposição é a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), uma alteração decorrente da exposição contínua ao ruído ocupacional que costuma evoluir de forma silenciosa. Quando os primeiros sinais são percebidos, a perda auditiva geralmente já está instalada e não pode mais ser revertida. Nesse cenário, a prevenção deixa de ser apenas uma exigência legal e se torna a estratégia mais eficaz para preservar a saúde auditiva.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca que a exposição ao ruído no ambiente de trabalho está entre as causas evitáveis de perda auditiva e reforça que medidas preventivas e o controle da exposição são fundamentais

para preservar a saúde auditiva dos trabalhadores.

Mais do que fornecer protetores auditivos, empresas que buscam preservar seus colaboradores precisam investir em gestão de riscos, medidas de engenharia, acompanhamento da saúde e conscientização. Para discutir esse desafio, a reportagem ouviu o médico do trabalho Leonardo Costenaro Sato e a fonoaudióloga Ana Flávia Araújo, especialistas em saúde ocupacional.

O DESAFIO DE PROTEGER QUEM AINDA NÃO PERCEBE O RISCO

Um dos maiores desafios da prevenção é conscientizar trabalhadores que ainda não apresentam sintomas. Como

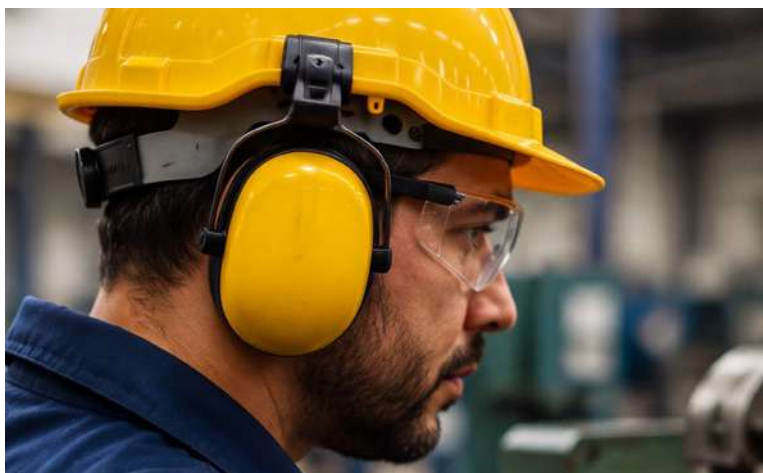


Imagem ilustrativa gerada por IA

a perda auditiva não provoca dor nem alterações perceptíveis nas fases iniciais, muitos acreditam estar protegidos e acabam relaxando no uso dos equipamentos de proteção.

Segundo o médico do trabalho Leonardo Costenaro Sato, esse é um dos principais obstáculos no combate à PAIR. *"A PAIR apresenta evolução lenta e, na maioria das vezes, sem sintomas perceptíveis em seus estágios iniciais. Muitos trabalhadores acreditam que, por ouvirem normalmente ou não sentirem desconforto, não há risco"*, explica.

Para o especialista, a prevenção depende de informação e mudança de comportamento. *"Cabe ao médico do trabalho e ao fonoaudiólogo desenvolver ações de educação em saúde, orientar sobre os riscos da exposição contínua ao ruído e demonstrar, por meio de exames audiométricos e informações técnicas, que a PAIR é irreversível, mas pode ser prevenida"*.

Criar uma cultura de prevenção também significa transformar hábitos. *"A mudança de comportamento depende da conscientização do trabalhador, mas também de um ambiente organizacional que estimule, oriente e valorize o cuidado com a saúde. A empresa precisa acompanhar as práticas e reforçar continuamente a importância da prevenção"*, completa.

O RUÍDO AFETA MUITO MAIS DO QUE A AUDIÇÃO

A perda auditiva costuma ser a consequência mais conhecida da exposição ao ruído, mas está longe de ser a única. A exposição prolongada também pode favorecer irritabilidade, estresse, ansiedade, fadiga, dificuldade de concentração, alterações do sono e redução do desempenho profissional.

Além disso, o ruído funciona como um agente estressor, estimulando a liberação de hormônios como adrenalina e cortisol, o que pode contribuir para alterações da pressão arterial e aumentar o risco cardiovascular. *"O controle da exposição ao ruído é essencial não apenas para preservar a audição, mas também para proteger a saúde física e mental do trabalhador"*, destaca o profissional.

O EPI É INDISPENSÁVEL, MAS NÃO RESOLVE SOZINHO

O protetor auditivo é uma medida fundamental, mas sua eficácia depende de muito mais do que a simples entrega do equipamento. A proteção depende da escolha correta do protetor auditivo, do ajuste ao usuário e do uso durante toda a jornada de trabalho.

**MAIS DE 20 MIL
componentes para
moldes e matrizes
padronizados ou
customizados.**

www.matripecas.com.br
Fone: 54 2108.5757 | Caxias do Sul | RS

A fonoaudióloga Ana Flávia Araújo explica que um equipamento inadequado ou utilizado incorretamente pode reduzir significativamente sua capacidade de proteção.

"O simples fornecimento do equipamento não garante proteção efetiva. A eficácia depende da escolha do modelo e do tamanho adequados, do correto posicionamento no conduto auditivo, da orientação sobre o uso e da adesão do trabalhador durante toda a jornada", acrescenta.

Conforme ela, a seleção do protetor deve considerar as características individuais de cada trabalhador, garantindo conforto e vedação adequados.

DA OBRIGAÇÃO LEGAL À CULTURA DE PREVENÇÃO

Cumprir as normas regulamentadoras é apenas o ponto de partida. Empresas que alcançam melhores resultados na conservação auditiva tratam a prevenção como parte da estratégia da organização.

"Uma empresa que realmente preserva a audição de seus colaboradores não se limita à entrega e ao registro do EPI. Ela investe em Programa de Conservação Auditiva (PCA), treinamentos contínuos, monitoramento da exposição ao ruído, audiometrias periódicas e medidas de controle coletivo", afirma o médico. Para Sato,

“a alta direção e as lideranças devem ser as primeiras a participar e estimular suas equipes. Segurança e saúde precisam fazer parte do exemplo diário dentro da organização”.

AUDIOMETRIAS REVELAM SE A PREVENÇÃO ESTÁ FUNCIONANDO

Mais do que um exame obrigatório, a audiometria é um importante indicador da efetividade do Programa de Conservação Auditiva, que reúne ações de monitoramento da exposição ao ruído, exames audiométricos periódicos, treinamentos e medidas de controle. A análise histórica dos resultados permite identificar tendências, detectar precocemente alterações auditivas e avaliar se as medidas preventivas estão produzindo os resultados esperados.

Entre os principais indicadores que merecem atenção estão:

- Mudanças significativas dentro dos limiares auditivos normais;
- Surgimento de novos casos de PAIR;
- Progressão de perdas auditivas já identificadas;
- Alterações em trabalhadores com pouco tempo de exposição.

Esses indicadores devem ser analisados em conjunto com o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), permitindo identificar ambientes com maior exposição ao ruído e direcionar ações preventivas.

O CONTROLE DEVE COMEÇAR NA FONTE DO RUÍDO

Os especialistas reforçam que o EPI deve ser encarado como uma barreira complementar. A prioridade deve ser reduzir ou eliminar o risco na origem, conforme estabelece a hierarquia de controle dos riscos ocupacionais.

Entre as medidas mais eficazes estão a substituição de equipamentos, automação de processos, isolamento acústico, enclausuramento de máquinas e outras soluções de engenharia. *"As medidas coletivas reduzem o risco para todos os colaboradores, independentemente do comportamento individual, tornando a prevenção mais efetiva e sustentável",* ressalta Leonardo.

Quando a empresa depende exclusivamente do comportamento do trabalhador, acrescenta o médico, a prevenção se torna mais vulnerável.



Imagem ilustrativa gerada por IA

SAÚDE AUDITIVA É INVESTIMENTO NAS PESSOAS

Para transformar a prevenção em uma prática permanente, gestores precisam enxergar a saúde auditiva como parte da estratégia da organização, e não apenas como uma obrigação legal. *"Meu principal conselho aos gestores é que entendam a saúde auditiva como um investimento nas pessoas e na sustentabilidade da empresa",* afirma Sato.

Para ele, a prevenção exige atuação integrada entre diferentes áreas. *"A conservação auditiva é uma responsabilidade multiprofissional. Envolve diretoria, gerência de produção, lideranças, Segurança do Trabalho, Medicina do Trabalho e Fonoaudiologia".*

Na indústria, o ruído pode ser inevitável. A perda auditiva, porém, não. Quando a prevenção faz parte da cultura organizacional, preservar a audição significa proteger a saúde, manter a capacidade produtiva e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores. ■

Cinco práticas para fortalecer a cultura de prevenção da saúde auditiva

- 1 Monitorar continuamente os níveis de ruído nos ambientes de trabalho.
- 2 Priorizar medidas de controle coletivo, como soluções de engenharia, antes do uso do EPI.
- 3 Capacitar os trabalhadores para o uso, ajuste e conservação corretos dos protetores auditivos.
- 4 Acompanhar os indicadores audiométricos para avaliar a efetividade das ações preventivas.
- 5 Engajar lideranças para que a prevenção faça parte da cultura organizacional.



Flávia Acciarito - Pedagoga empresarial, *Compliance Officer*- GRC/DPO. Embaixadora Nacional em Governança, Riscos e *Compliance* da ANACO Brasil - Associação Nacional de *Compliance* gestão 2025-2027. Membro da ABEA - Associação Brasileira de Emprego Apoiado. Perita grafotécnica, documentoscópica. Árbitra da Justiça Arbitral. Radialista e repórter pela APREM Comunicação. flavia@apremdesenvolvimento.com.br

Dr. Leonardo Costenaro Sato - Médico do Trabalho - CRM/SC 11128 | RQE 10845. Graduado em Medicina pela PUC-PR, especialista em Medicina do Trabalho e MBA em Gestão de Saúde pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). É sócio e médico coordenador da Labore Saúde Ocupacional, em Joinville (SC), empresa com 34 anos de atuação em Saúde e Segurança do Trabalho. Membro da Diretoria da Associação Catarinense de Medicina do Trabalho (ACAMT), possui experiência na gestão de saúde ocupacional em grandes empresas e também atuou como Perito Médico do INSS.

Ana Flávia Araújo - Fonoaudióloga - CRFa 9382-SC. Graduada em Fonoaudiologia pela Universidade Norte do Paraná, atua desde 2009 na Labore Saúde Ocupacional, com experiência em audiologia ocupacional e promoção da saúde auditiva no ambiente de trabalho. Possui experiência em avaliação, reabilitação auditiva e adaptação de Aparelhos de Amplificação Sonora Individual (AASI).



Moldes de Alta performance para grandes resultados.

Há mais de 45 anos, a Herten entrega soluções de alta precisão em moldes para injeção plástica e metais não ferrosos, unindo tecnologia, qualidade e desempenho para a indústria.

Atendemos os setores automotivo, de embalagens, eletrodomésticos e construção civil no Brasil e exterior.



Site
www.herten.com.br



LinkedIn
[herten-engenharia](https://www.linkedin.com/company/herten-engenharia)



Localização
Joinville/SC

O EFEITO CASCATA: COMO A CLASSIFICAÇÃO DE FACÇÕES COMO TERRORISTAS PELOS EUA AMEAÇA A ECONOMIA BRASILEIRA

POR FLÁVIA ACCIARITO



Imagem ilustrativa gerada por IA

A recente decisão do governo dos Estados Unidos de classificar as facções criminosas Primeiro Comando da Capital (PCC) e Comando Vermelho (CV) como organizações terroristas provocou uma onda de incertezas que vai muito além das delegacias e tribunais. O que especialistas classificam como uma medida de forte teor político coloca o Brasil em uma posição delicada, expondo setores estratégicos da economia nacional a riscos jurídicos e operacionais sem precedentes.

O RISCO DA "EXTRATERRITORIALIDADE"

A principal preocupação de especialistas e do Itamaraty não reside apenas na rotulagem, mas nas consequências práticas do aparato jurídico antiterrorismo dos EUA. Ao designar tais grupos como terroristas, Washington abre caminho para a aplicação de leis de caráter

extraterritorial. Isso significa que autoridades americanas ganham competência para punir indivíduos, empresas e organizações brasileiras que possuam qualquer tipo de ligação — ainda que indireta ou inadvertida — com os fluxos financeiros dessas facções.

Para o ambiente de negócios brasileiro, o cenário traz três grandes desafios:

- **Sanções Financeiras e Congelamento de Ativos:** Empresas brasileiras, incluindo instituições financeiras e o agronegócio, correm o risco de ter ativos bloqueados nos EUA ou serem proibidas de transacionar com instituições americanas caso sejam alvo de investigações por suspeita de "apoio material" ao terrorismo.
- **Crise de Compliance:** A necessidade de auditorias rigorosas para evitar qualquer contaminação por recursos do crime organizado coloca as empresas brasileiras sob

uma pressão extrema. A exigência de *compliance* padrão americano é muito superior à capacidade de adaptação de muitas companhias nacionais, o que pode afastar investidores estrangeiros, temerosos de sanções arbitrárias.

- **Riscos Operacionais e Soberania:** O governo brasileiro já manifestou preocupação com a possibilidade de ações militares ou intervenções diretas em território nacional. O receio é que a nova narrativa de "guerra ao terror" sirva de pretexto para que Washington desconsidere a soberania do Brasil, priorizando ações unilaterais em vez da cooperação policial e jurídica tradicional.

O IMPACTO NO SETOR PRODUTIVO

Setores como o agronegócio e a mineração, fundamentais para a balança comercial, estão no radar. A capilaridade das facções criminosas, que hoje lavam dinheiro através de múltiplos canais, torna difícil para uma empresa de capital aberto saber com total segurança a origem de cada centavo que circula em sua

cadeia produtiva.

"Nenhum programa de *compliance* dá conta de absorver o nível de exigência dos EUA em tão pouco tempo", alertam advogados especializados. O resultado previsível é um encarecimento do custo Brasil e um possível declínio nos investimentos estrangeiros diretos, que tendem a ser reduzidos em um ambiente de instabilidade jurídica.

Um impasse diplomático

Enquanto Washington mantém o tom de enfrentamento, o governo brasileiro busca "colocar panos quentes", tentando harmonizar a legislação nacional sem conceder uma carta branca para intervenções estrangeiras. Contudo, a falta de uma coordenação prévia entre os dois países transformou uma questão de segurança pública em um impasse diplomático que promete ocupar o centro da agenda econômica pelos próximos meses.

O grande dilema é se o Brasil conseguirá conter o avanço do crime organizado sem que isso signifique perder o controle sobre a soberania de suas próprias instituições e a estabilidade de seu sistema financeiro. ■



Flávia Acciarito - Pedagoga empresarial, *Compliance Officer*- GRC/DPO. Embaixadora Nacional em Governança, Riscos e *Compliance* da ANACO Brasil - Associação Nacional de *Compliance* gestão 2025-2027. Membro da ABEA - Associação Brasileira de Emprego Apoiado. Perita grafotécnica, documentoscópica. Árbitra da Justiça Arbitral. Radialista e repórter pela APREM Comunicação. flavia@apremdesenvolvimento.com.br



**Super
Finishing**

**Há mais de 30 anos entregando
a melhor solução em proteção
contra corrosão e abrasão.**

Camada uniforme dispensando
retrabalho posterior
Dureza até 68 hrc
Camada de 1 até 150 um
Autolubrificante
Alta resistência ao desgaste



Níquel Duro Químico
Níquel Cerâmico
Níquel-Lub
Anodização Dura
Niflon



Nos vemos lá
de 25 a 28 de Agosto
Estande A18 - JOINVILLE - SC



Fale com nossa
equipe técnica.
+55 11 4176-6969
+55 11 4178-7818

São Bernardo do Campo - SP

A NOVA GERAÇÃO NA INDÚSTRIA

Como liderar profissionais multigeracionais no chão de fábrica.

POR MICHELLE BORCHARDT E PAULO SILVEIRA



Imagem ilustrativa de Magnific

Num mesmo chão de fábrica, um ferramenteiro sênior com mais de 35 anos de experiência tem o ouvido treinado para captar, em milissegundos, a vibração que denuncia uma prensa prestes a falhar. A três metros dali, um jovem operador domina a programação CNC a partir de simuladores digitais — mas nunca sentiu na pele o estresse térmico de um material sob pressão. Nenhum dos dois está errado. Os dois sustentam a mesma fábrica, e sem perceber, seguram cada um metade do futuro dela.

Durante décadas, a indústria concentrou esforço, suor e capital na maximização da produtividade mecânica: automação, inteligência de dados, Indústria 4.0, refino milimétrico de processo. Máquinas ficaram mais rápidas, mais precisas, mais conectadas. Mas o desafio que vai decidir quem lidera a próxima década não está em nenhum CLP nem em nenhum sensor — está na capacidade de integrar e engajar uma força de trabalho fragmentada por histórias, expectativas e modelos mentais completamente distintos.

Pela primeira vez na história industrial, quatro gerações coexistem no mesmo ecossistema produtivo: *Baby Boomers*, Geração X, *Millennials* e Geração Z. Essa sobreposição, mal gerida, é fonte crônica de atrito e gargalo operacional. Liderada estrategicamente, torna-se a maior alavanca de inovação e sustentabilidade do conhecimento

organizacional que uma fábrica pode ter.

A pergunta que os líderes industriais precisam abandonar é "*como lidar com os jovens?*". A pergunta que decide o jogo é outra:

Como fazer diferentes gerações aprenderem — e protegerem o conhecimento — umas das outras?

A TRANSFORMAÇÃO DEMOGRÁFICA COMO VARIÁVEL DE NEGÓCIO

A demografia industrial mudou, e ignorar esse fato é risco financeiro. Estudos globais da Deloitte indicam que cerca de 70% das organizações consideram a gestão de equipes multigeracionais um fator crítico para o sucesso do negócio. Contudo, apenas uma pequena parcela acredita que suas lideranças estejam genuinamente preparadas para esse desafio.

Esse cenário é especialmente alarmante em setores de base — metalurgia, mecânica e ferramentaria — que enfrentam simultaneamente dois gargalos estratégicos: o esvaziamento silencioso do conhecimento, com a aposentadoria gradual de profissionais detentores de um

OS MELHORES AÇOS DA EUROPA ESTÃO NA CONTE AÇOS

Pronta entrega para todo o Brasil.

AUBERT & DUVAL



ADC3W — Aubert&Duval, França H11 modificado.

Produzido por uma das usinas mais respeitadas da Europa, com metalurgia ajustada para resistência à fadiga térmica e oxidação em serviço contínuo.

LUCCHINI



Eskylos HiMo ESR — Lucchini, Itália 1.2367 modificado e refundido por eletroescória (ESR).

Elevada resistência à perda de dureza durante o revenimento. Para quem não abre mão de dureza e tenacidade no mesmo material.



**ACESSE
CATÁLOGO
COMPLETO**



Converse com nossos especialistas e conheça as melhores soluções mundiais para seus projetos.

**O aço certo, com
agilidade nacional,
para seu negócio.**



CONTEAÇOS

Joinville / SC | Fone: (47) 3033-2800 | www.conteacos.com.br



conhecimento tácito insubstituível; e o apagão de talentos técnicos, com a dificuldade crônica de atrair, engajar e reter a nova geração de operadores e engenheiros.

O MITO DAS GERAÇÕES E O CONCEITO DE GENTELLIGENCE

É tentador classificar colaboradores estritamente por faixa etária. Megan W. Gerhardt, professora da Miami University e autora de *Gentelligence*, argumenta que o conflito não está nas diferenças geracionais em si, mas nos estereótipos limitantes criados sobre elas. Organizações de alto desempenho desenvolvem o que ela chama de *Gentelligence*: a capacidade de transformar o choque de idades em aprendizado mútuo e vantagem competitiva.

Sob uma ótica pós-geracional, líderes eficazes compreendem os valores, comportamentos e aspirações individuais de cada colaborador — em vez de decidir com base na data de nascimento. Generalização destrói time: nem todo profissional da Geração Z troca de emprego a cada trimestre, assim como nem todo *Baby Boomer* resiste à digitalização dos processos.

O MAPA DE VALORES E AS ZONAS DE ATRITO

A tabela abaixo resume as principais alavancas de valor predominantes em cada grupo. O desafio do líder não é escolher um modelo único para a fábrica, mas arquitetar um ambiente onde essas expectativas convivam de forma produtiva.

Geração	Linha do tempo	Principais alavancas de valor e motivação
Baby Boomers	Nascidos entre 1946 e 1964	Estabilidade, reconhecimento explícito da senioridade, compromisso institucional e lealdade de longo prazo à marca.
Geração X	Nascidos entre 1965 e 1980	Autonomia operacional, foco obstinado em eficiência, pragmatismo e orientação a resultados tangíveis.
Millennials	Nascidos entre 1981 e 1996	Desenvolvimento de carreira acelerado, busca por propósito claro, colaboração horizontal e cultura de <i>feedback</i> contínuo.
Geração Z	Nascidos de 1997 em diante	Dinamismo no aprendizado, forte cultura digital nativa, flexibilidade contratual e participação ativa nas decisões estratégicas.

ONDE SURGEM OS CONFLITOS

Na indústria de manufatura, os conflitos raramente acontecem por incapacidade técnica. Eles emergem na colisão de quatro dinâmicas fundamentais:

- **Comunicação:** Profissionais seniores preferem conversa olho no olho e reunião estruturada; a nova geração exige comunicação rápida, assíncrona e digital.
- **Feedback:** Líderes tradicionais tendem à avaliação anual ou esporádica. Para Millennials e Geração Z, feedback contínuo e em tempo real é combustível de desenvolvimento — não um extra.
- **Tecnologia:** A mesma ferramenta digital é vista por alguns como acelerador natural de produtividade e, por outros, como aumento desnecessário de complexidade operacional.
- **Ritmo das mudanças:** Gerações mais experientes foram forçadas em ambientes industriais de relativa estabilidade. Os jovens iniciaram a carreira em contexto de disrupção constante — e não conhecem outro ritmo.

Tema	Baby Boomers	Geração X	Millennials	Geração Z
Liderança	Respeito estrito à hierarquia	Autonomia operacional	Participação nas decisões	Proximidade e empatia
Comunicação	Reuniões presenciais	E-mail formal	Mensagens rápidas	Comunicação instantânea
Aprendizado	Experiência acumulada	Cursos e especializações	Colaboração e projetos	Vídeos e microlearning
Motivação	Estabilidade e segurança	Reconhecimento de metas	Alinhamento de propósito	Crescimento acelerado
Tecnologia	Apoio eventual ao trabalho	Ferramenta de otimização	Elemento essencial	Ecossistema natural
Feedback	Esporádico e formal	Quando necessário	Frequente e estruturado	Contínuo e em tempo real

O CONHECIMENTO INVISÍVEL: SALVAGUARDANDO O PATRIMÔNIO TÁCITO

Boa parte do patrimônio técnico de uma indústria nunca foi codificada em manual de processo ou formalizada em documento digital. Ele mora na experiência empírica acumulada em anos de chão de fábrica. É o conhecimento tácito, conceito cunhado pelo pensador Ikujiro Nonaka.

É o ouvido técnico do operador que identifica uma quebra iminente pela vibração imperceptível de uma prensa. É a sensibilidade do ferramenteiro clássico que prevê o desgaste do molde antes que o refugo apareça. É o ajuste fino que o preparador executa intuitivamente com base na variação térmica do galpão naquele dia específico.

Quando um profissional experiente se aposenta sem que haja transferência estruturada, o prejuízo vai muito além

do custo de reposição da vaga: perde-se a inteligência de manufatura construída ao longo de décadas.

BENCHMARKS GLOBAIS: EMPRESAS QUE TRANSFORMARAM DIFERENÇAS EM LUCRO

IBM & Procter & Gamble

Pioneiras no *Reverse Mentoring* (mentoria reversa), com um programa que evoluiu para via de mão dupla contínua: enquanto executivos seniores aprendiam inovação digital e novos comportamentos de consumo com os jovens talentos, estes absorviam liderança em crises, negociação complexa e visão macroestratégica.

Estée Lauder

Implementou programas globais intergeracionais que reduziram barreiras hierárquicas e aceleraram o lançamento de produtos digitais ao fundir experiência de mercado com instinto jovem.

Abbott

Desenvolveu um modelo de transferência planejada de conhecimento: especialistas seniores próximos da aposentadoria trabalham em dupla com engenheiros juniores durante meses. O conhecimento prático é transmitido e documentado em tempo real, enquanto o profissional mais novo apoia o sênior na adoção de novas ferramentas digitais.

A OCDE reforça essa direção com o conceito de Age Inclusion: a sustentabilidade econômica das indústrias depende de ambientes onde profissionais de todas as idades permaneçam produtivos e aprendam continuamente ao longo de toda a carreira. IBM, General Motors, Unilever, Deloitte e Procter & Gamble já tratam isso como estratégia — não como boa vontade de RH.

O PAPEL DA LIDERANÇA E A SEGURANÇA PSICOLÓGICA

Como preconiza o pesquisador Simon Sinek:

“as pessoas não trabalham apenas por um salário; elas buscam pertencer a algo maior.”

No ecossistema industrial moderno, o engajamento genuíno ocorre quando há convergência de propósito, reconhecimento e, fundamentalmente, segurança psicológica.

As pesquisas da professora Amy Edmondson, da Harvard Business School, demonstram que equipes inovadoras e seguras toleram perguntas, aceitam a admissão de erros e incentivam a contribuição de ideias sem medo de punição ou ridicularização. Em um time multigeracional, a segurança psicológica é o elemento capaz de quebrar o orgulho do

profissional mais antigo e o receio do operador novato, liberando o fluxo de conhecimento entre os dois.

CINCO PRÁTICAS INEGOCIÁVEIS PARA INTEGRAR EQUIPES INDUSTRIAIS

- Formalize programas de mentoria reversa — não conte com a sorte nem espere que o conhecimento se transmita espontaneamente no café; crie processos onde o sênior ensina a técnica empírica e o jovem ensina a otimização digital.
- Desenvolva líderes camaleões — a capacidade de adaptar a linguagem é competência de sobrevivência; o mesmo indicador produtivo exige abordagens narrativas diferentes para perfis geracionais distintos.
- Valorize e reconheça a transmissão de conhecimento — institua metas claras para quem ensina e para quem aprende; conhecimento retido é ativo morto, conhecimento compartilhado é lucro.
- Misture gerações nos grupos de melhoria contínua — equipes homogêneas geram soluções óbvias; a experiência do sênior mitiga risco, a audácia do jovem acelera a execução.
- Avalie por competência e entrega, nunca por idade — as melhores indústrias do mundo promovem e desenvolvem profissionais por caráter, entrega e alinhamento de valores, independentemente do ano gravado na carteira de identidade.

As fábricas do futuro serão cada vez mais automatizadas — mas continuarão dependendo de gente para inovar, resolver problema e transmitir conhecimento. O diferencial competitivo não vai morar só em máquina mais moderna, e sim na capacidade de orquestrar experiência, inovação e colaboração sob o mesmo teto.

No fim, liderar equipes multigeracionais não é administrar conflito de idade. É construir uma cultura em que cada geração contribua com o que tem de melhor: a experiência de quem já percorreu o caminho e a visão de quem está ajudando a desenhar o que vem depois.

INSIGHT

Nunca houve tantas gerações trabalhando lado a lado ao mesmo tempo. Isso torna a liderança mais complexa — mas também mais rica em conhecimento, inovação e diversidade de perspectiva.

“A maior transformação da indústria não está nas máquinas, mas nas pessoas que as operam — hoje, amanhã e sempre.”

Michelle Borchardt

DIAGNÓSTICO DE MATURIDADE

Sua empresa está preparada para liderar equipes multigeracionais?

Objetivo: avaliar o nível de maturidade da organização na integração, desenvolvimento e retenção de profissionais de diferentes gerações.

Como responder: para cada afirmação abaixo, atribua uma nota de 1 a 5, conforme a escala.

Nota	Significado
1	Não acontece
2	Acontece raramente
3	Acontece parcialmente
4	Acontece na maior parte do tempo
5	É uma prática consolidada

DIMENSÃO 1 – LIDERANÇA SITUACIONAL

Afirmação	Nota
1. Os líderes adaptam seu estilo de gestão conforme o perfil e a maturidade do colaborador.	
2. A liderança conhece as expectativas individuais e de carreira das diferentes gerações.	
3. Os gestores aplicam feedbacks personalizados (frequência e formato) para cada perfil.	
4. A liderança cria oportunidades ativas de colaboração entre especialistas seniores e técnicos juniores.	
5. Os líderes eliminam piadas ou estereótipos de idade no dia a dia da fábrica.	
TOTAL	

Pontuação máxima: 25 pontos

DIMENSÃO 2 – COMUNICAÇÃO ESTRATÉGICA

Afirmação	Nota
6. A comunicação interna é clara tanto para o operador veterano quanto para o jovem.	
7. A empresa usa múltiplos canais coordenados (murais, reuniões diárias, aplicativos, vídeos rápidos).	
8. Os líderes explicam o "porquê" por trás de novas diretrizes e automações.	
9. Existem canais abertos e seguros para que sugestões do chão de fábrica cheguem à diretoria.	
10. As informações sobre metas e mudanças chegam com agilidade, sem depender do boca a boca.	
TOTAL	

Pontuação máxima: 25 pontos

DIMENSÃO 3 – COMPARTILHAMENTO E PROTEÇÃO DO CONHECIMENTO

Afirmção	Nota
11. O conhecimento tácito dos especialistas seniores é ativamente mapeado e documentado.	
12. A empresa tem instrutores internos formados pelos próprios colaboradores da operação.	
13. Há programas formais de mentoria para novos colaboradores em funções críticas.	
14. Profissionais mais jovens são incentivados a capacitar os veteranos em novas ferramentas digitais.	
15. Há redundância de conhecimento – nenhum processo crítico depende de uma única pessoa.	
TOTAL	

Pontuação máxima: 25 pontos

DIMENSÃO 4 – DESENVOLVIMENTO CONTÍNUO (LIFELONG LEARNING)

Afirmção	Nota
16. Cada colaborador tem um Plano de Desenvolvimento Individual (PDI) ativo e revisado.	
17. O treinamento técnico e comportamental é contínuo, não um evento isolado anual.	
18. Os líderes conversam sobre futuro e carreira com seus liderados.	
19. As promoções internas consideram competência técnica, inteligência emocional e liderança.	
20. A cultura estimula o autodesenvolvimento e a busca constante por novos aprendizados.	
TOTAL	

Pontuação máxima: 25 pontos

DIMENSÃO 5 – CULTURA ORGANIZACIONAL E SEGURANÇA PSICOLÓGICA

Afirmção	Nota
21. Duplas mistas (idades diferentes) trabalham juntas de forma natural, sem fricção.	
22. Há respeito onde opiniões divergentes são debatidas tecnicamente, sem vaidade.	
23. A empresa reconhece publicamente quem dedica tempo a ensinar outros.	
24. O erro operacional honesto é tratado como diagnóstico, não como culpa.	
25. A colaboração entre setores é mais valorizada do que a competição interna.	
TOTAL	

Pontuação máxima: 25 pontos

DIMENSÃO 6 – ATRAÇÃO E RETENÇÃO ESTRATÉGICA

Afirmção	Nota
26. A empresa analisa os reais motivos do turnover por meio de entrevistas de desligamento sérias.	
27. Existe um plano de retenção para profissionais-chave detentores de conhecimento crítico.	
28. Os profissionais mais jovens enxergam uma linha de crescimento clara na fábrica.	
29. Os profissionais seniores sentem-se valorizados e respeitados pela liderança.	
30. Há planos de sucessão ativos para cargos técnicos de alta complexidade.	
TOTAL	

Pontuação máxima: 25 pontos

RESULTADO

Some todas as respostas. Pontuação máxima possível: 150 pontos.

NÍVEL 1 – Organização Tradicional (30 a 59 pontos)

- Liderança autocrática e centralizadora;
- Comunicação estritamente vertical;
- Altíssima dependência de talentos individuais isolados.
- Risco iminente de perda de patrimônio técnico por aposentadoria

Prioridade / próximo passo: Capacitar imediatamente a média liderança e mapear os conhecimentos críticos em risco de sumir da fábrica.

NÍVEL 2 – Organização em Transição (60 a 89 pontos)

- Boas intenções e ações isoladas de RH;
- Falta método, padrão e cobrança;
- As pontes entre gerações dependem da boa vontade de indivíduos, não do processo.

Prioridade / próximo passo: Estruturar e padronizar os processos de desenvolvimento, transformando ações isoladas em programas corporativos.

NÍVEL 3 – Organização Colaborativa (90 a 114 pontos)

- Diretoria e gerência compreendem o valor estratégico da diversidade etária;
- Comunicação mais aberta;
- Treinamentos internos recorrentes.

Prioridade / próximo passo: Estabelecer KPIs específicos para medir retenção de talentos e eficácia da transferência de conhecimento.

NÍVEL 4 – Organização Integrada (115 a 134 pontos)

- Processos consolidados de PDI;
- Liderança madura, adapta sua comunicação com maestria;
- Mentoria reversa opera de forma consistente.

Prioridade / próximo passo: Refinar os processos de sucessão e alinhar a gestão de pessoas ao plano de expansão de longo prazo do negócio.

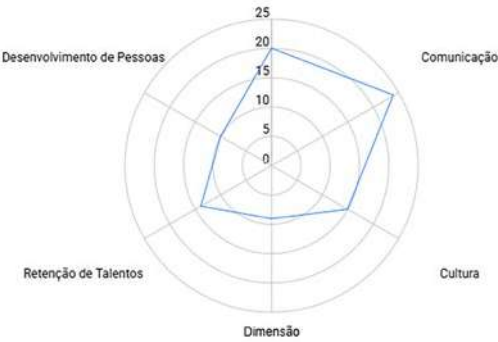
NÍVEL 5 – Organização de Alta Performance (135 a 150 pontos)

- Inteligência multigeracional no DNA da estratégia
- Conhecimento circula sem barreiras ou vaidades
- Inovação contínua; a empresa é ímã de talentos de todas as idades

Prioridade / próximo passo: Sustentar o padrão diante de mudança tecnológica, sucessão e escassez de mão de obra qualificada.

RADAR DE MATURIDADE

Depois de calcular a pontuação de cada dimensão, represente o resultado num gráfico radar com seis eixos:



Quanto mais equilibrado o radar, maior a maturidade da organização. Uma pontuação muito baixa numa única dimensão já indica prioridade de intervenção – mesmo que a média geral pareça boa.

Dimensão	Pergunta-chave	Primeira ação recomendada
Liderança	Os líderes adaptam seu estilo às diferentes gerações?	Capacitar líderes em liderança situacional, comunicação e feedback.
Comunicação	A informação chega de forma clara para todos?	Revisar canais de comunicação e combinar formatos presenciais e digitais.
Conhecimento	O conhecimento crítico está documentado?	Mapear especialistas e implantar programa de mentoria e registro de boas práticas.
Desenvolvimento	Todos têm oportunidades de crescimento?	Criar Planos de Desenvolvimento Individual (PDIs) e trilhas de aprendizagem.
Cultura	A colaboração é incentivada?	Reconhecer e premiar iniciativas de compartilhamento de conhecimento.
Retenção	A empresa sabe por que as pessoas saem?	Estruturar entrevistas de desligamento e acompanhar indicadores por perfil.

ÍNDICE DE MATURIDADE MULTIGERACIONAL (IMM)

Para acompanhar a evolução dos setores da fábrica ao longo do tempo, aplique a fórmula:

IMM = (Pontuação Obtida ÷ 150) × 100

- 0% a 39% – Nível Inicial
- 40% a 59% – Em Desenvolvimento
- 60% a 79% – Estruturado
- 80% a 89% – Integrado
- 90% a 100% – Excelência Operacional

O índice permite comparar setores da empresa, acompanhar a evolução ao longo do tempo e transformar o diagnóstico em ferramenta contínua de gestão de pessoas – não num relatório que se lê uma vez e se arquiva.

CONCLUSÃO: O VEREDITO DA MANUFATURA MODERNA

As fábricas do futuro serão caracterizadas por níveis de automação sem precedentes, inteligência artificial integrada às linhas e processos cada vez mais autônomos. No entanto, a engenharia de ponta ensina

que a tecnologia avançada tornou-se uma commodity, adquirível por qualquer concorrente capitalizado.

O verdadeiro diferencial competitivo sustentável — e impossível de copiar — reside na capacidade humana de orquestrar os cérebros que gerenciam esses sistemas complexos.

A valorização e a integração de uma força de trabalho multigeracional não constituem uma agenda idílica de Recursos Humanos. Trata-se de estratégia pura de sobrevivência, soberania industrial e segurança de mercado. As indústrias que negligenciarem esse alinhamento

assistirão ao esvaziamento silencioso de sua inteligência histórica e à incapacidade crônica de atrair os cérebros que desenharão os processos de amanhã.

Liderar equipes multigeracionais não significa mediar conflitos de idade no chão de fábrica; significa arquitetar uma cultura corporativa de alto desempenho, em que a solidez de quem pavimentou a estrada impulse a visão disruptiva de quem está construindo o futuro da manufatura. O sucesso da indústria moderna está na maturidade de compreender que a experiência não anula a inovação — ela a protege. ■



Michelle Borchardt Silveira - Administradora de empresas com MBA em marketing pela Fundação Getúlio Vargas. Atua na liderança da área de Customer Success na TOTVS, nos pilares de engajamento, retenção e expansão. Com foco no compromisso genuíno e contínuo com a geração de resultados de negócio para o cliente, conduz estratégias de plano de sucesso, voz do cliente (VoC) e análise de churn. Palestrante nos eventos TDC Business e TDC Innovation. Coautora no livro "Jornada da Experiência do Cliente". Autora do livro "Atitude - A Virtude dos Vencedores" e outros títulos da Coleção Atitude. Voluntária na comunidade luterana, como membro do conselho e diretoria, e no trabalho com crianças.

michelle.silveira@totvs.com.br



Paulo César Silveira - Criador do conceito mundial da Venda Sustentável. Fundador e professor da Escola da Venda Sustentável. Apaixonado por vendas, com mais de 30 anos de experiência de mercado. Conferencista com mais de 2.800 palestras realizadas em todo o Brasil e em alguns países da América Latina. Contratado por mais de 200 empresas das 500 melhores empresas eleitas pela Revista Exame. Autor best seller de 26 livros. Autor dos livros "A lógica da venda" e "Venda sustentável - A lógica da negociação". Obras adotadas por centenas de empresas para as áreas comerciais, gestão e estratégia. Professor convidado da FGV/SP, FIA FEA/USP, UDESC e UFRGS. Mentor e um dos responsáveis pela implantação do Projeto Aeroshopping Excelência em aliança com a INFRAERO, em todo o território nacional. Articulista com mais de 1.200 artigos publicados. Realizou mais de 850 processos de consultoria de campo para implantar tanto a Cultura da Venda, como a Gestão do Processo de Venda em empresas nacionais e multinacionais. LinkedIn: Paulo Cesar Silveira. Instagram: @realpaulosilveira | falecom@paulosilveira.com.br

HÁ 25 ANOS REFERÊNCIA NA FABRICAÇÃO DE MOLDES PLÁSTICO DE BI-INJEÇÃO E MOLDES DE ALUMÍNIO

Soluções inovadoras para atender às mais diversas demandas do mercado

Parque fabril de 5.000 m²

Ferramentais de até 50 toneladas

Capacidade produtiva de 20.000 horas/mês



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INDÚSTRIA: O SALTO DE 163% E O DESAFIO DA CAPACITAÇÃO TÉCNICA

POR LETÍCIA DURVAN E LARISSA LEME

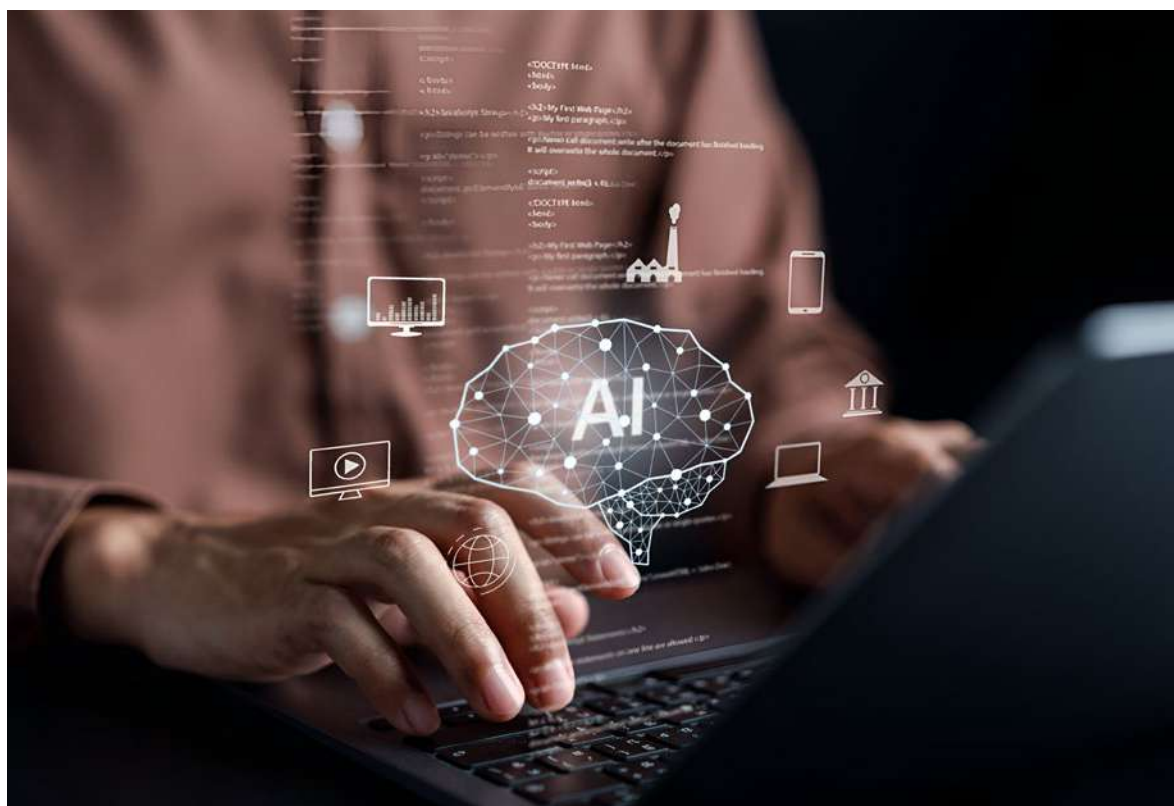


Imagem ilustrativa gerada por IA

A inteligência artificial deixou de ser uma aposta futura para se consolidar como uma ferramenta operacional nas indústrias brasileiras. Dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC), do IBGE, indicam que o uso de IA no setor industrial cresceu 163% nos últimos anos, refletindo uma adoção acelerada da tecnologia no país.

Atualmente, a IA já está presente em 41,9% das indústrias brasileiras, evidenciando uma transformação estrutural no modelo produtivo. Nesse novo cenário, a análise de dados passa a orientar decisões estratégicas, impactando diretamente a produtividade, a eficiência operacional e a competitividade das empresas.

ADOÇÃO TECNOLÓGICA VS MATURIDADE DA FORÇA DE TRABALHO

Apesar do avanço expressivo na adoção de IA, o desenvolvimento das equipes não acompanha o mesmo ritmo. Segundo o relatório Tendências em Gestão de Pessoas 2026, da GPTW, 52,7% das organizações já realizam treinamentos específicos em inteligência artificial, um crescimento em relação aos 40% registrados no ano anterior.

Ainda assim, o dado revela um gargalo relevante: quase metade das empresas ainda não possui programas estruturados de capacitação, mesmo já operando com tecnologias baseadas em IA.

Por outro lado, o cenário cultural é favorável à transformação. O mesmo levantamento aponta que apenas 10,2% dos colaboradores demonstram receio de substituição pela tecnologia, indicando um ambiente aberto à inovação.

Esse contexto evidencia uma oportunidade estratégica: a indústria brasileira não enfrenta resistência significativa à adoção de IA, mas carece de lideranças técnicas preparadas para integrar, operar e extrair valor dessas ferramentas.

O ENGENHEIRO 4.0 COMO GESTOR DE DADOS

Com a consolidação da Indústria 4.0, o perfil do profissional técnico evolui. Mais do que domínio de processos produtivos, cresce a demanda por competências relacionadas à gestão de dados e à integração de tecnologias digitais.

De acordo com o relatório da GPTW, a dificuldade de contratação de profissionais qualificados já figura entre os principais desafios do setor, citada por 42,9% das organizações.

Nesse contexto, o engenheiro assume um novo papel: o de gestor de dados e orquestrador de sistemas inteligentes. Sua atuação passa a ser determinante para garantir que os investimentos em tecnologia se convertam em resultados concretos.

A eficácia da inteligência artificial depende diretamente de fatores como:

- Qualidade e integridade dos dados;
- Nível de maturidade digital da operação;
- Capacidade de integração entre sistemas;
- Preparação das equipes.

Sem esse alinhamento, o risco é que a IA se torne apenas um custo adicional, sem impacto proporcional em produtividade ou competitividade.

CAPACITAÇÃO COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO

Diante desse cenário, a qualificação técnica se torna um fator decisivo para o sucesso da transformação digital na indústria.

Para atender a essa demanda, a VDI-Brasil oferece o *Expert Training*, a primeira certificação em Indústria 4.0 do Brasil, voltada a engenheiros, gestores e profissionais envolvidos na digitalização industrial.

O programa é estruturado com base nos padrões da engenharia alemã e prepara os participantes para:

- Avaliar o nível de maturidade digital da fábrica por meio do Índice de Maturidade 4.0, desenvolvido pela Acatech;
- Desenvolver *roadmaps* de projetos alinhados à estratégia do negócio;
- Compreender como a inteligência artificial e outras tecnologias habilitadoras impactam o chão de fábrica;
- Conduzir processos de transformação digital com foco em resultados.

Oportunidade para liderar a transformação industrial
Com a inteligência artificial já integrada a quase metade das indústrias brasileiras, o diferencial competitivo não está mais apenas na adoção da tecnologia, mas na capacidade de utilizá-la de forma estratégica.

Empresas que investem na formação de suas lideranças técnicas estão mais preparadas para transformar dados em decisões, tecnologia em produtividade e inovação em vantagem competitiva.

O *Expert Training* surge como uma ponte entre o avanço tecnológico e a capacitação profissional, oferecendo o suporte necessário para que engenheiros e gestores não apenas acompanhem o crescimento de 163% no uso de IA, mas atuem como protagonistas dessa transformação.

Saiba mais sobre o [Expert Training](#).

CONCLUSÃO

Em um cenário onde a inteligência artificial já faz parte da operação de grande parte das indústrias brasileiras, o verdadeiro diferencial competitivo passa a ser a capacidade de transformar tecnologia em resultado. Mais do que investir em soluções digitais, é fundamental desenvolver competências técnicas que garantam sua aplicação estratégica e sustentável. Nesse contexto, a qualificação de profissionais e lideranças deixa de ser um suporte e se torna um elemento central para que a indústria avance de forma consistente, convertendo o crescimento da adoção em ganhos reais de produtividade, inovação e competitividade.

VDI Brasil é uma instituição dedicada ao avanço da engenharia e ao fortalecimento da indústria no país.

A organização promove conhecimento técnico, inovação e a conexão entre profissionais, empresas e os principais *players* do ecossistema industrial. ■



VDI - Associação de Engenheiros Brasil-Alemanha

Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Campus IPT – Prédio 65, 1º andar – CEP 05508-901 – Cidade Universitária – São Paulo – Brasil - Cel.: (+55 11) 91574-3198 - E-mail: laura.siroky@vdiabrasil.com.br
www.vdiabrasil.com

CURSOS, EVENTOS E FEIRAS

Eventos, Feiras e Webinars					
MÊS	DIA	CIDADE	NOME	SITE	FONE
2026					
Setembro	14 a 19	Chicago/EUA	IMTS 2026 - Feira Internacional de Tecnologias em Manufatura	imts.com	(+1) 703 827 5215
	15 a 18	Joinville/SC	Interform 2026 - Feira e congresso de tecnologia para corte e conformação, usinagem, automação e ferramentaria.	messebrasil.com.br	(+55) 47 3451 3000
	21 a 25	Bogotá/Colômbia	Colombiaplast 2026 - Feira Internacional de Tecnologias para o Plástico	colombiaplast.org	(+57) 1 646 0655
Outubro	12 a 16	Friedrichshafen/Alemanha	Fakuma 2026 - 30ª Feira Internacional para Processamento de Plásticos	fakuma-messe.de	(+49) 7025 9206 650
	14 a 15	Querétaro/México	Meximold 2026 - Feira da Indústria de Ferramentais	meximold.com	(+1) 513 527 8800
	28 a 30	Nanjing/China	China International Plastic Exhibition	cppia.com.cn	(+86) 10 6528 1529
Novembro	03 a 05	Warsaw/Polônia	Plastecnica Expo 2026 - Feira da Indústria do Plástico	plastecnicaexpo.com/en/	(+48) 518 739 124
	04 a 07	Shenzhen/China	DMP 2026 - Feira Internacional de Ferramentaria e Processamento de Metais	dmpshow.com	(+86) 852 2763 9011
	10 a 13	Cidade do México/México	PlastImagem - Feira e Congresso Internacional do Plástico	plastimagen.com.mx/en	(+55) 11 5582 6462
Dezembro	A definir	Índia	Alucast 2026 - 11ª Feira e Congresso Internacional de Fundição sob Pressão	alucastexpo.com	(+91) 20 2729 0014
2027					
Janeiro	21 a 27	Índia/ Bangalore	IMTEX 2027 - International Machine Tool e Manufacturing Technology Exhibition	https://www.imtex.in/	(+91) 80 6624 6600
	19 a 21	Varsóvia / Polônia	Warsaw Metaltech 2027	https://warsawmetaltech.pl/en/	(+48) 518 739 124
Fevereiro	17 a 19	Nagoia/ Japão	Metal Japan Highly Functional Metal Expo 2027	https://www.material-expo.jp/hub/en-gb/about/metal.html	(+81) 3-6739 4118
	2 a 4	Inglaterra/ Farnborough	Southern Manufacturing e Eletronics 2027	https://www.southern-manufacturing-electronics.com/about/	(+44) 20 3196 4314
Março	2 a 5	Leipzig / Alemanha	INTEC 2027	https://www.messe-intec.de/en/	(+49) 0341 678 8218
	15 a 19	São Paulo / Brasil	Plástico Brasil - Feira Internacional do Plástico	https://www.plasticobrasil.com.br/	(+55) 11 98238 0703
	16 a 19	Berna / Suíça	INNOTEQ 2027	https://innoteq.ch/users/en	(+41) 31 340 11 11

Missões Empresariais					
MÊS	DIA	CIDADE	NOME	SITE	FONE
2026					
Setembro	14 a 19	Chicago/EUA	IMTS 2026 - Feira Internacional de Tecnologias em Manufatura	https://www.imts.com/	
Outubro		Friedrichshafen/Alemanha	Fakuma 2026 - 30ª Feira Internacional para Processamento de Plásticos		

! As informações publicadas nesta seção são repassadas à Editora Gravo pelas entidades e empresas organizadoras.
• A Editora Gravo não se responsabiliza por alterações de data e local dos eventos.

Cursos (fixos e sob consulta)

MÊS	DIA	CIDADE	NOME	SITE	FONE
Aberto	Flexível	Online	NR12 e segurança para injetoras	escolalf.com.br	11 3277-0553
	Flexível	Sob consulta	Robô 3 eixos	escolalf.com.br	11 3277-0553
	Flexível	Sob consulta	Fundição de ligas de ferro para os processos de areia verde moldagem horizontal	abifa.org.br/site/cursos/	11 3549-3355
	Flexível	Sob consulta	Moldagem e macharia no processo de cura a frio	portaldafundicao.com.br	61 3020-9273
	Flexível	Sob consulta	Dimensionamento de canais e massalotes para peças fundidas e vazadas em moldes de areia	portaldafundicao.com.br	61 3020-9273
	Flexível	Sob consulta	Análise de falhas e componentes mecânicos	portaldafundicao.com.br	61 3020-9273
	Flexível	Sob consulta	Produtividade e custos em fundição	portaldafundicao.com.br	61 3020-9273
	Flexível	Online	Indústria 4.0 by FIT	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Big Data, banco de dados e desafios da segurança em nuvem by FIT	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Competitividade em ferramentarias - Estratégias e indicadores de sucesso by FIT	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Custos e formação de preços by PTC	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Projeto de moldes de injeção by UCS	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Gestão de ferramentaria by UCS	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Tecnologia de estampagem by Technnova	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Ferramenteiro: Postura profissional by PTC	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Planejamento estratégico para ferramentarias by PTC	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Simulação do processo de injeção by PTC	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Engenharia de superfícies para ferramentais de estampagem by Technnova	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Fundamentos de estampagem by Technnova	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Certificação em gestão Lean Manufacturing by AOTS	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Desenhista projetista de ferramentais para fundição de peças automotivas em areia	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Metalurgia dos aços ferramenta: Seleção, aplicação e falhas by Aprenda	rotaincurso.fundep.ufmg.br	31 3069-6601
	Flexível	Online	Projeto de moldes - Plásticos & Alumínio - Módulo 1	escolaprotec.com.br/cursos/autocad/	11 3105-1168
	Flexível	Online	Projeto de moldes - Plásticos & Alumínio - Módulo 2	escolaprotec.com.br/cursos/autocad/	11 3105-1168
	Flexível	Online	Projeto de moldes - Plásticos & Alumínio - Módulo 3	escolaprotec.com.br/cursos/autocad/	11 3105-1168
	Flexível	Online	Projeto de moldes - Plásticos & Alumínio - Módulo 4	escolaprotec.com.br/cursos/autocad/	11 3105-1168
	Flexível	Online	Solidworks Essencial	escolaprotec.com.br/cursos/autocad/	11 3105-1168
	Flexível	Online	Solidworks Avançado	escolaprotec.com.br/cursos/autocad/	11 3105-1168



COMERCIAL@CIMA.COM.BR
GRUPO CIMA.COM.BR/CAMPANHAS



**GARANTA O IMPULSO
NECESSÁRIO NOS NEGÓCIOS**
CONHEÇA AS FORMAS INOVADORAS DE ANUNCIAR NO CIMA



DICAS DE LEITURA

Livros para você se inspirar



MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS: PROJETOS E PRINCÍPIOS BÁSICOS

Júlio Harada

Focada em uma das especialidades mais importantes da ferramentaria moderna, esta obra apresenta de maneira prática e objetiva os conceitos fundamentais para o projeto e a fabricação de moldes de injeção. O autor detalha desde o dimensionamento dos sistemas de alimentação, refrigeração e extração, até as características dos diferentes tipos de aços e tratamentos térmicos aplicáveis à construção dos moldes. Repleto de ilustrações técnicas e exemplos reais de aplicação, o livro atua como um guia de bancada indispensável para projetistas e ferramenteiros que buscam elevar a qualidade e a eficiência dos seus projetos. Com 312 páginas. Editora Artliber. 4ª edição. 2018. ISBN 978-8588098381. artliber.com.br



TECNOLOGIA DA USINAGEM DOS MATERIAIS

Alisson Rocha Machado, Alexandre Mendes Abrão, Sergio Tonini Button, Anselmo Eduardo Diniz

Considerada uma das principais referências na área de fabricação, esta obra aborda de forma aprofundada os fundamentos dos processos de corte, os materiais das ferramentas e os mecanismos de desgaste, atrito e lubrificação. Para os profissionais de ferramentaria e do setor metalmeccânico, o livro é de extrema utilidade por fornecer um sólido embasamento técnico sobre os fenômenos que ocorrem na interface peça-ferramenta. Seu conteúdo auxilia diretamente na otimização dos parâmetros de usinagem, na melhoria do acabamento superficial e no aumento da vida útil das ferramentas de corte. Com 416 páginas. Editora Artliber. 1ª edição. 2015. ISBN 978-8521208037. artliber.com.br

WWW SITES

PORTALDAINDUSTRIA.COM.BR

O Portal da Indústria, mantido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), é a principal plataforma de inteligência, dados e serviços sobre o setor manufatureiro e produtivo brasileiro. O site integra as ações da CNI e de instituições parceiras fundamentais para a fábrica moderna, como o SENAI, o Sesi e o IEL, oferecendo um panorama completo sobre economia, inovação tecnológica, relações de trabalho e capacitação profissional.

Neste ambiente virtual, gestores, empresários e engenheiros do segmento ferramenteiro e metalmeccânico têm acesso gratuito a sondagens industriais, pesquisas de desempenho do setor, estatísticas e estudos sobre as mais recentes tendências da Indústria 4.0. Além de notícias diárias sobre o mercado produtivo, o site disponibiliza acesso a cartilhas, relatórios de produtividade e programas de financiamento à inovação, configurando-se como uma

ferramenta essencial de consulta para o planejamento de investimentos e a tomada de decisão estratégica nas empresas do ramo.



VOCÊ PODE DIZER TUDO O QUE PENSA.

POR **BIANCA VIEIRA**

Sim, foi isso mesmo que você leu.

Você pode dizer tudo o que pensa

Dizer o que pensa é permitido, falar sem pensar é que não é.

Se você é o tipo de pessoa que diz tudo o que lhe vem a mente, precisamos rever e corrigir este ponto.

Dizer tudo o que vem a mente não é saudável para ninguém. Nem para quem fala, nem para quem ouve. Falar sem pensar demonstra insensatez e o insensato comete erros que poderia evitar, pensando.

Agir por impulso é diferente de ter senso de urgência e reagir a uma crise com prioridade.

Sim, o líder se destaca por ser estrategista, gerir conflitos, criar soluções e redirecionar, mas, para tudo isso, é preciso pensar antes, ainda que você não tenha muito tempo.

Um líder impulsivo deixa seus liderados ansiosos e temerosos.

As palavras de um líder tem peso. Por isso, maturidade na liderança também significa saber fazer uma pausa. Nem toda resposta precisa ser imediata. Nem toda provocação precisa de resposta. Nem todo pensamento precisa se transformar em palavra.

Pensar antes de falar não significa esconder o que você pensa, fugir de conversas difíceis ou deixar de se posicionar. Pelo contrário. Um líder maduro consegue dizer o que precisa ser dito, mas escolhe como, quando e por que dizer. A verdade pode ser dita com firmeza sem ser acompanhada de agressividade.



O líder que aprende a dominar suas próprias reações se torna uma referência de segurança para a equipe. Em momentos de pressão, as pessoas não precisam de alguém que aumente o caos; precisam de alguém que consiga respirar, analisar e conduzir.

Que tal, hoje, decidir ser impulsional ao invés de impulsivo? ■



Bianca Vieira - Executiva de Relacionamento com Instituições Financeiras/ Mentora e Desenvolvedora de Líderes e Sucessores.
(47) 99958-3700 | @dacertopramim | edacertopramim@gmail.com

CUSTO DA IMPREVISIBILIDADE: TARIFAÇÃO E A RESILIÊNCIA DA INDÚSTRIA DO BRASIL

POR JOSÉ VELLOSO DIAS CARDOSO

A imposição de uma nova tarifa de 25% sobre as exportações de máquinas e equipamentos brasileiros pelos Estados Unidos não é apenas um golpe econômico contra o setor mais atingido pela atual política comercial de Washington; é, acima de tudo, o reflexo de um cenário global marcado pela volatilidade e pela quebra de confiança entre parceiros históricos.

Sob o pretexto da chamada "Seção 301", o governo americano formalizou uma decisão política e, sob a ótica estritamente econômica, injustificável. Desde 2009, os Estados Unidos sustentam um superávit comercial robusto com o Brasil. Somos um país que historicamente compra mais deles do que vende. Dos investimentos externos que o Brasil recebe, o principal investidor é os EUA e é onde o Brasil mais investe. Punir um parceiro estratégico com o qual se tem balança favorável carece de nexos econômico e expõe uma postura que afeta não só o Brasil, mas o próprio EUA.

Os Estados Unidos também vêm minando suas relações com outros parceiros históricos como União Europeia, Japão, Canadá, México, Coreia do Sul e Reino Unido entre outros, com tarifas. O que assistimos hoje é a piora da segurança jurídica no comércio internacional. Ao mover-se por impulsos e romper acordos de forma unilateral, os Estados Unidos deixam de ser uma âncora de estabilidade para se tornarem um fator de risco aos parceiros globais.

No setor de bens de capital, o impacto é direto. Diferente de commodities ou produtos da indústria primária — que receberam exceções por medo do impacto imediato na inflação americana —, as máquinas e equipamentos não gozaram de exceções. Sairemos de uma tarifa anterior de 10% para o patamar de 25%. Embora o percentual seja menor do que o teto de 50% efetivado no ano passado, ele ainda representa uma barreira significativa.

Ainda assim, a indústria brasileira de máquinas e equipamentos não assistirá a esse cenário de braços

cruzados. Aprendemos a ser resilientes. Diante do fantasma da taxação, nossas empresas agiram rápido: anteciparam contratos sob encomenda e remanejaram estoques de produtos seriados para os distribuidores locais antes da entrada em vigor da medida. Mais do que isso, as empresas instaladas no país já desenham novas estratégias logísticas, utilizando filiais brasileiras para abastecer terceiros mercados, enquanto outras bases atendem à demanda americana.

A resposta mais contundente do nosso setor, contudo, está na nossa capacidade de olhar para além do horizonte tradicional. Mesmo quando enfrentamos uma queda de 9% nas vendas para os EUA no auge das discussões tarifárias, o volume geral das exportações da nossa indústria de máquinas cresceu 12%, saltando de 13,2 bilhões para quase 15 bilhões de dólares em doze meses. Esse crescimento foi impulsionado pela retomada de mercados na Argentina, pela expansão no setor de óleo e gás em Singapura e pela consolidação de parcerias na Europa, entre outros destinos.

Sabemos que uma máquina projetada sob as normas e projetos do mercado americano não é facilmente redirecionada para outra região. Além disso, 82% das nossas exportações são feitas intercompany. A perda de espaço nos EUA tem repercussões significativas e exige readequações profundas. No entanto, o saldo global prova que a indústria brasileira tem musculatura e competência técnica para buscar — e conquistar — novos espaços no mapa global.

Buscar novos mercados não é apenas uma reação ao "tarifação"; é uma obrigação permanente de sobrevivência e crescimento.

A mensagem que a indústria brasileira deixa clara neste momento de turbulência é de que a imprevisibilidade externa pode até alterar nossas rotas e nos impor readequações logísticas complexas, mas jamais freará a força produtiva, a inovação e o espírito exportador do Brasil. ■



José Velloso Dias Cardoso - Presidente ABIMAQ
jose.velloso@abimaq.org.br

VOCÊ

FRESA

INTELIGENTEMENTE?

MAXOUT



MICRO3FEED MF 300 ENDMILL

Com 3 arestas de corte indexáveis, a pastilha trigonal pequena de avanço rápido oferece desbaste eficiente e produtivo, provando que pastilhas compactas podem ter grande impacto no desempenho.



HELI3MILL HM390 LINE

Uma pastilha triangular eficiente em material com 3 arestas de corte aumenta a produtividade através de maior vida útil da ferramenta e oferece fresamento de ombro quadrado de 90° preciso, reduzindo sucata de carboneto através da utilização completa da aresta.

QUICKDMILL

A ferramenta indexável all-in-one definitiva, combinando fresamento e furação para aumentar versatilidade, maximizar utilização de pastilhas e melhorar eficiência de custos.

Refrigeração Otimizada: Produto Melhor, Mais Produtividade, Menos Manutenção

Insertos com Conformal Cooling

Melhor qualidade de peças injetadas e ganhos significativos de produtividade com o melhor serviço e viabilidade.



Monitore seu Molde em tempo real

Identifique problemas de fluxo e temperatura antes de produzir a primeira peça com defeito.

Realize as limpezas com o mínimo de interrupção

Remova depósitos e calcificações que agem como "isolantes térmicos", roubando a eficiência da refrigeração.



Tudo para sua produção não parar

Ampla gama de acessórios para refrigeração e componentes para moldes para que sua produção não pare.

Fale com nossos especialistas.



Casafer
A CASA DO FERRAMENTEIRO

 casafer.com.br

 Tel. (47) 3027-1019