CONTEÚDO PARA A INDÚSTRIA DE FERRAMENTAIS

FERRAMENTAL

EDIÇÃO 121 | SETEMBRO / OUTUBRO 2025



GUIA DE FORNECEDORES

SELEÇÃO 2025

TECNOLOGIA

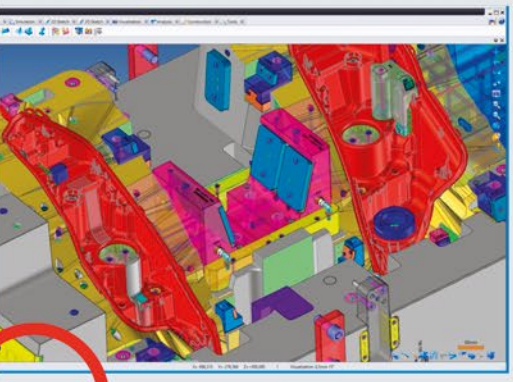
A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA EM ROTOMOLDAGEM

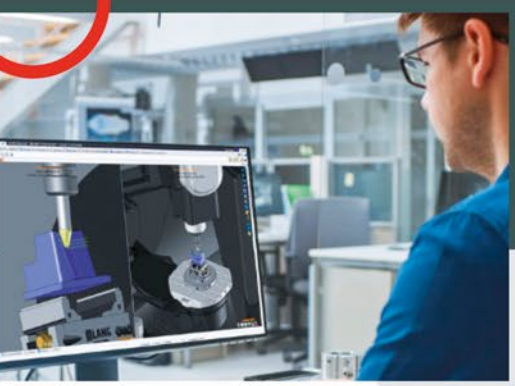
GESTÃO

VENDA ESTRATÉGICA E LUCRATIVA DE FERRAMENTAIS

REVISTAFERRAMENTAL.COM.BR







TopSolid

FERRAMENTARIAS INTELIGENTES EXIGEM TECNOLOGIA À ALTURA

Descubra a Fábrica Digital Integrada da TopSolid e transforme seu processo!

A **única solução integrada** do mercado que conecta **CAD, CAM, PDM**, simulação e gestão **em um único ambiente**.

- Do design à usinagem, 100% associativo e automatizado para máxima eficiência.
- Integração completa com máquinas ERP e PDM, reduzindo retrabalho e erros.

Empresas líderes em ferramentaria já **utilizam TopSolid** para reduzir prazos em até 40% e eliminar retrabalhos.

Mais produtividade, mais controle, menos desperdício.

Fábrica Digital Integrada



Escaneie o QR Code e descubra como transformar sua ferramentaria!

www.topsolid.com

(11) 5084-0048

Soluções digitais para o desafio industrial de amanhã

MUSEU DE GRANDES NOVIDADES

POR **CHRISTIAN DIHLMANN**

Em um mundo dinâmico, veloz e disruptivo, as inovações "brotam" a cada instante e em cada canto. O conhecimento cresce na proporção exponencial e já atinge a duplicação em períodos inferiores a 12 meses.

Essa impressionante realidade é impulsionada pela era da informação, pela globalização e pelo poder computacional.

A inteligência artificial invade nossas vidas e vem transformando a forma de tratamento geral, da indústria, comércio, e serviços ao mercado de trabalho, relações pessoais e comunidades. E, pasmem, vai ser ainda mais agressiva e assustadora com a chegada dos computadores quânticos.

Mudanças abruptas "pipocam" em tudo, na gestão de empresas, nos modelos de negócio e nas operações produtivas.

Na gestão, a tecnologia da informação (TI) acelerou os processos ao automatizar as tarefas, aperfeiçoar a comunicação, fornecer dados fidedignos e confiáveis para análises estratégicas, permitir o trabalho remoto, reduzindo custos e entregando assertividade e velocidade.

Em operações comerciais, para além dos impactos de computação que viabilizaram bases de dados com milhões de informações e recursos práticos, de armazenamento em nuvem a plataformas de comércio digital, há ainda inovações nos modelos de tratamento relacional.

Já abordei aqui o termo VUCA na edição 88, de 5 anos atrás. O termo, também tratado como VICA, que é a tradução do termo inglês Volatily, Uncertainty, Complexity e Ambiguity. Significa Volatilidade, Incerteza, Complexidade e Ambiguidade. Entenda, o que te trouxe até aqui, não é o que vai te levar adiante. O conceito de VUCA já não dá conta da complexidade atual. Na era da inteligência artificial, um novo modelo mental ganha força. O ponto "da hora" é o FLUX. Ele redefine as competências essenciais para quem atua com vendas e gestão no B2B (business to business, entre empresas) industrial. O novo jogo exige mentalidade: decisão rápida (Fast); estruturas adaptáveis (Liquid); coragem para o desconhecido (Uncharted) e; disposição para testar e errar (Xperimental). O comportamento de um exército de vendedores ainda é de vender como se estivéssemos em 2010... Visitas presenciais mal planejadas e genéricas, propostas "copia e cola" sem personalização, falta de conexão com a nova geração de compradores, apenas empurra e não escuta, e aversão ao digital e redes sociais. Só que o mundo mudou. E rápido. Afinal, o tempo não para. É preciso se adaptar, testar, aprender e evoluir constantemente.

E, os avanços na tecnologia são extraordinários. Dos novos materiais a otimização de performance produtiva, passando pela virtualização e digitalização (os tais gêmeos digitais) até a simulação ilimitada e precisa através dos mais complexos modelos matemáticos, só possíveis pelo acesso a grande capacidade de processamento computacional disponível.

Entretanto, o lado nostálgico e, por dizer, até conservador, nos faz acovardar e preservar processos arcaicos, "ultra-ultrapassados", cujos resultados são pífios e decepcionantes. Muitos de nós continuam resistentes, avessos, descrentes e estáticos em detrimento à produtividade, competitividade e sobrevivência dos negócios.

Agenor de Miranda Araújo Neto, conhecido como Cazuza, vocalista da banda Barão Vermelho, tinha razão ao cantar: "eu vejo o futuro repetir o passado/ eu vejo um museu de grandes novidades/ mas o tempo não para/ não para não.

Logo seremos atropelados pelas grandes novidades enquanto nos mantemos, apáticos, na redoma do museu do nosso ego, repetindo constante e conscientemente o passado.

Afinal, o tempo não para.



Christian

EDITOR REVISTA FERRAMENTAL

CONTEÚDO

06 **EXPRESSAS**
Novidades e acontecimentos da indústria

14 **ARTIGO TÉCNICO**
Tool 4 Future - Ecossistema de gestão e tecnologia

26 **ARTIGO TÉCNICO**
Extrusão direta aplicada á otimização do ângulo de matrizes de conformação a frio - Aplicação

36 **ARTIGO TÉCNICO**
Tire Tooling Benchmark - Otimização do ciclo de desenvolvimentio e manufatura de molde para pneus radiais no Brasil

40 **ARTIGO TÉCNICO**
Comportamento da temperatura interna em moldes de rotomoldagem de diferentes materiais e métodos construtivos

46 **ARTIGO TÉCNICO**
Eficiência na manutenção de ferramentais de estampagem com simulação computacional

53 **ESPECIAL - SELEÇÃO 2025**
Melhores fornecedores do Brasil

74 **GESTÃO**
O guia prático de vendas para grandes, médias e pequenas indústrias que todo vendedor deveria ler

76 **MEMÓRIAS**
De Joinville para o Brasil: a história de uma empresa que respira o setor ferramental

78 **INDÚSTRIA 4.0**
Aço verde: a revolução sustentável na produção de aço

80 **GENTE & GESTÃO**
A venda estratégica de ferramentais: Transformando aço em lucratividade - Com o uso da IA?

90 **OPINIÃO**
A mulher na ferramentaria

ORGULHO DE SER MEMBRO

PROUD TO BE MEMBER

ISTMA world

ABINFER
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE FERRAMENTAIS

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
Editor-Chefe
Christian Dihlmann
christian@revistaferramental.com.br

Jornalista Responsável
Gisélle Araujo Cemin - SC/02466
jornalismo@revistaferramental.com.br

COLABORADORES
Adriano Fagali de Souza, Dr. Eng.
Carlos Maurício 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
ADM@revistaferramental.com.br

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

FOTO DE CAPA
Montagem artística. Imagem gerada pela Revista Ferramental, de Joinville/SC

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

EDITORA GRAVO LTDA
Rua Jacob Eisenhut, 467 - Tel. 55 (47) 9 9709-0020
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

linkedin.com/company/revistaferramental

Whatsapp (47) 9 9709-0020

NOVIDADES E ACONTECIMENTOS DA INDÚSTRIA

01 INDÚSTRIA COMPLETA NOVE MESES SEM CONFIANÇA, APONTA PESQUISA DA CNI



A confiança do empresário industrial segue em queda. O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI), divulgado nesta quinta-feira (11), pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), registrou 46,2 pontos em setembro de 2025, praticamente estável em relação a agosto (46,1), quando atingiu o pior nível do ano. O resultado mantém o indicador abaixo da linha dos 50 pontos pelo nono mês consecutivo, sinalizando pessimismo no setor.

Segundo Marcelo Azevedo, gerente de Análise Econômica da CNI, essa relativa estabilidade esconde movimentos opostos nos componentes do índice. *"O índice aumentou 0,1 ponto, mas continua abaixo da linha divisória, que separa confiança de falta de confiança, que acontece desde o início do ano"*, afirma.

Enquanto a percepção sobre as condições atuais da economia e dos negócios piorou, o índice de expectativas teve leve alta. *"A avaliação das condições ocorrentes da atividade, da economia brasileira, que já vinha negativa, piorou. Já com relação às expectativas, elas seguem pessimistas quando se fala de economia brasileira, e seguem bastante moderadas quando se fala da economia. Melhoraram um pouco na passagem de agosto para setembro"*, explica o economista.

Azevedo ressalta que a taxa de juros elevada é um dos fatores que vêm contaminando a confiança do setor desde o começo de 2025. Segundo o especialista, isso tende a se refletir de forma mais concreta nas decisões do mercado. *"O empresário com confiança tende a aumentar sua produção, tende a contratar, a investir mais e acontece ao contrário no momento atual com a falta de confiança, ele tende a reduzir sua produção, a adiar decisões de investimento e de contratação"*, destaca.

De acordo com Azevedo, o cenário ainda é de cautela. *"As expectativas seguem pessimistas quando se fala de economia brasileira. Elas melhoraram um pouco na passagem de agosto para setembro, mas o diagnóstico continua sendo o mesmo, de uma expectativa negativa de economia brasileira e uma moderação nas expectativas para a própria empresa"*, completa

A pesquisa consultou 1.150 empresas, sendo 460 de pequeno porte, 418 de médio porte e 272 de grande porte, entre os dias 1º e 5 de setembro. O ICEI é realizado mensalmente.

Fonte: https://brasil61.com/n/industria-completa-nove-meses-sem-confianca-aponta-pesquisa-da-cni-pind254618noticias/2025/06/13/ferramentaria-da-gm-abre-as-portas-a-outras-empresas-do-setor/89595/

02 METALURGIA 2025 REÚNE LANÇAMENTOS, TECNOLOGIAS INOVADORAS E SERVIÇOS PARA A CADEIA DE FUNDIÇÃO

Realizada a cada dois anos, a 13ª Metalurgia – Feira e Congresso Internacional de Tecnologia para Fundição, Siderurgia, Forjaria, Alumínio e Serviços, reúne lançamentos, tecnologias inovadoras e serviços para a cadeia de fundição, em Joinville-SC, de 7 a 10 de outubro. São 240 expositores, vindos de todas as regiões do Brasil, além de outros nove países – Alemanha, Bielorússia, China, Espanha, EUA, França, Índia, Itália e Tailândia. A feira ocupa 14 mil m² de exposição, o que representa um crescimento de 20% em relação à edição anterior, realizada em 2023.

Entre as soluções em exposição, destaque para as tecnologias 4.0, automação, máquinas e equipamentos, fornos, matéria-prima, soluções de metrologia, software e sistemas de controle, tratamento de efluentes, tratamento

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

térmico e de superfície.

A expectativa da organização do evento é receber um público superior a 20 mil profissionais vindos, principalmente, de 17 estados brasileiros com maior relevância no mercado de fundição e siderurgia, além de outros países.

"A feira cumpre o papel de relacionamento, negócios e capacitação, consolidando-se como o investimento em marketing B2B mais completo. Nada substitui o face a face e essa promete ser a maior e melhor feira já realizada, com ampliação das oportunidades de negócios e networking", comenta Richard Spirandelli, diretor da organizadora Messe Brasil.

O evento conta ainda com uma série de eventos simultâneos como o Congresso Cintec Fundição, organizado pelo Dr. Fundição, com destaque para palestras técnicas que abordam a otimização de processos e o uso de inteligência artificial aplicada à indústria. Os ingressos estão disponíveis no site do Doutor Fundição (https://www.doutorfundicao.com/event-details/cintec-2025).

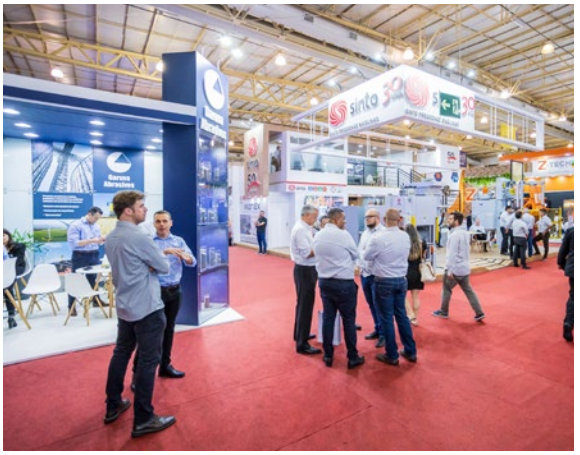


Imagem da 12ª edição da Feira.

A programação de Wokshops gratuitos promovidos pelos expositores, com temas ligados às tecnologias e inovações do setor, completam a programação com 30 palestras.

A Rodada de Negócios é outra importante ação que reúne compradores e vendedores do segmento, com a oportunidade de conhecer novas soluções e fornecedores, e de consolidar negócios com facilidade e rapidez. Entre os compradores estão confirmados profissionais das empresas Agrale, ArcelorMittal, Ciser, Franklin Electric, Intelbras, Nidec, Romi, Schulz Automotiva e Stara.

Juntas, todas essas atividades fazem da Metalurgia um evento completo e devem atrair um público altamente qualificado em ambiente próprio para negócios e acesso aos mais recentes lançamentos e tecnologias do mercado. *"Esse é o único evento do setor no Brasil que, além de visita à feira, oferece capacitação profissional por meio de palestras e workshops e agilidade em fechamento de negócios por meio da rodada"*, destaca Spirandelli.

A sede do evento é outro ponto favorável, por ocorrer no centro dos estados mais industrializados do país, equidistante dos pólos brasileiros de Metalurgia do RS, PR e SC, e na cidade que concentra uma das principais fundições do mundo, motivos que asseguram o seu sucesso entre expositores e profissionais do setor.

Organizada pela Messe Brasil, a Metalurgia conta com o apoio da FIESC (Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina), ABIMAQ (Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos) e da ABINFER (Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais).

Data: 7 a 10 de outubro de 2025
Horário: 13h às 20h
Local: Centro de Convenções e Exposições EXPOVILLE – R. XV de Novembro, 4315 – Glória, Joinville – SC
Acesso a partir de 14 anos

Fonte: https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/26723-metalurgia-2025-reune-lancamentos-tecnologias-inovadoras-servicos-cadeia-fundicao

03 INDAB RECEBE VISITA DA ABINFER E SENAI/SP



A Indab Indústria Metalúrgica, de São Paulo/SP, recebeu a visita do Presidente da ABINFER - Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais Christian Dihlmann e do diretor de internacionalização do SENAI/SP, Professor Roberto Monteiro Spada, em 26 de agosto, para debater sobre a formação técnica profissional no setor de ferramentaria.

A recepção contou com a presença do Presidente e fundador da empresa, Anésio Benatti, além de outros membros da equipe técnica e gerencial, que explanaram as demandas do setor em capacitação técnica e formação de equipe de alto desempenho.

O presidente da ABINFER explicou o forte e coordenado trabalho desenvolvido em cooperação com o SENAI/SP para construção da nova trilha de formação de ferramenteiros, tanto para os segmentos de transformação de produtos conformados em metal, como para os segmentos de plásticos e fundidos.

O diretor do SENAI/SP apresentou detalhes do novo programa e agradeceu a Indab pela colaboração como membro do comitê técnico de estruturação dos cursos.

Na visita, houve também um momento de celebração dos 50 anos da empresa que resultou no lançamento de um livro comemorativo, assinado pelo fundador da empresa.

Fonte: abinfer.org.br

04 1º ENCONTRO DE PROJETISTAS EM SÃO PAULO

O Encontro de Projetistas foi idealizado pelo Prof. Mário Allesina de Joinville, ao longo dos anos se transformou em um NETWOKING de sucesso recebendo profissionais projetistas, engenheiros, diretores de muitas empresas ferramentarias e outras ligadas ao setor metal mecânico como empresas de injeção plástica.

Após praticamente uma década de Encontros era o momento de expandir e atender as solicitações e levar para outros estados o Encontro de Projetistas, em 2025 se deu o Primeiro Encontro da Serra Gaúcha, realizado em Caxias do Sul, tivemos muitos convidados e também uma lista de espera considerável de interessados do Estado de São Paulo. Estamos atendendo e iremos realizar o Primeiro Encontro de Projetistas de São Paulo em 30.10.2025 às 19:00 a ser realizado no Hotel Mercure São Caetano.

Estamos preparando o melhor Encontro de Projetistas para atender os convidados de São Paulo, teremos momentos maravilhosos de descontração e interação com muitas oportunidades e degustando um excelente Coquetel gratuitamente.

Fonte: https://forms.gle/7HLfLPbgKXTe1ziFA

05 EXPORTAÇÃO DE PRODUTOS ATINGIDOS POR TARIFAÇO CAI 22% EM AGOSTO

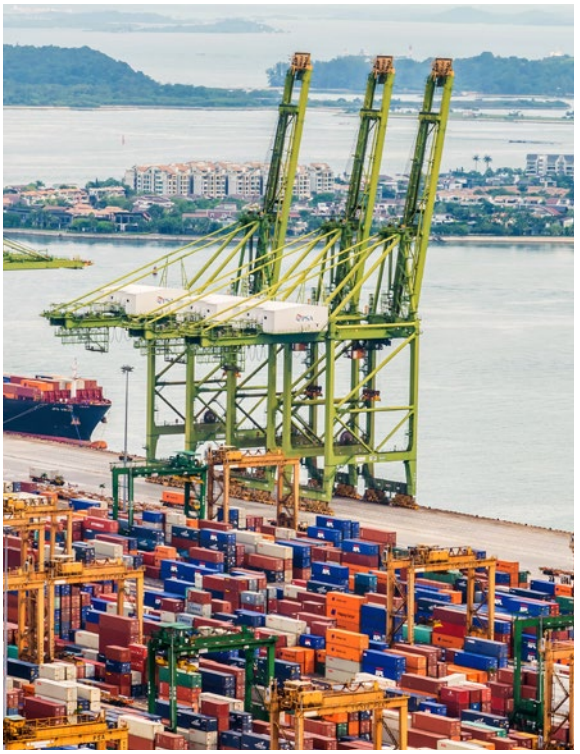
As exportações de produtos afetados pelo tarifaço americano caíram 22,4% em agosto na comparação com o mesmo mês de 2024. Já as vendas de itens que não sofreram taxas adicionais recuaram 7,1%.

A constatação está no Monitor de Comércio Brasil-EUA, boletim elaborado pela Câmara Americana de Comércio



para o Brasil (Amcham Brasil), entidade sem fins lucrativos que representa mais de 3,5 mil empresas envolvidas no comércio entre os dois países.

A análise é feita em cima de dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (Mdic), que já havia revelado que as exportações brasileiras para os Estados Unidos regrediram 18,5% em agosto ante o mesmo mês de 2024.



Queda de 22,4% de produtos afetados pelo tarifaço em agosto na comparação com o mesmo mês de 2024. Imagem Freepik.

De acordo com a Amcham, os dados do mês passado indicam que as sobretaxas impostas pelos EUA provocaram uma queda expressiva nas exportações brasileiras e vêm contribuindo também para a desaceleração das importações.

Já em relação aos produtos não taxados, a Amcham avalia que a queda de 7,1% foi influenciada *"sobretudo por fatores de mercado, como a menor demanda dos EUA por petróleo e derivados"*.

Segundo parceiro comercial

Os Estados Unidos são o segundo principal parceiro comercial do Brasil, perdendo apenas para a China. No acumulado dos primeiros oito meses do ano, o comércio entre os dois países chegou a US$ 56,6 bilhões. As nossas exportações somam US$ 26,6 bilhões e apresentam alta de 1,6% ante janeiro a agosto de 2024.

Mas o resultado isolado de agosto significou a maior queda mensal de 2025, *"indicando que o tarifaço influenciou as decisões empresariais"*, frisa a Amcham.

Tarifaço

A aplicação de taxas de até 50% para grande parte das vendas brasileiras para os Estados Unidos ficou conhecida como tarifaço. O governo de Donald Trump assinou uma ordem executiva que estipulou a cobrança a partir de 6 de agosto, mas deixou cerca de 700 produtos em uma lista de exceções. Entre eles estão suco e polpa de laranja, combustíveis, minérios, fertilizantes e aeronaves civis, incluindo motores, peças e componentes. Também ficaram de fora produtos como polpa de madeira, celulose, metais preciosos, energia e produtos energéticos.

Trump alega que os americanos têm déficit comercial (compram mais do que vendem) com o Brasil – o que é desmentido por números oficiais de ambos os países. O presidente americano também usou como justificativa o tratamento dado pelo Brasil ao ex-presidente Jair Bolsonaro, que considera ser perseguido.

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, o tarifaço de 50% incide em cerca de um terço (35,9%) das exportações brasileiras para os Estados Unidos.

EUA com saldo positivo

Os dados mostram que, diferentemente do alegado por Trump, os Estados Unidos vendem mais do que compram do Brasil. Apenas em agosto, esse déficit comercial brasileiro ficou em US$ 1,2 bilhão, alta de 188% ante mesmo mês do ano passado. Já no consolidado de janeiro a agosto, o déficit soma R$ 3,4 bilhões.



O levantamento da câmara empresarial mostra que, de janeiro a julho, o déficit americano com o mundo todo é de US$ 809,3 bilhões, alta de 22,4% ante o mesmo período de

Agile²

Are you ready?



2024. Mas o Brasil está na outra ponta dessa conta como o quinto parceiro que mais tem déficit na relação com os americanos, perdendo apenas para Países Baixos, Hong Kong, Reino Unido e Emirados Árabes.

Importações

De acordo com a Amcham, o impacto do tarifaço também se manifesta nas importações brasileiras, *"especialmente em setores mais integrados com a indústria americana, como carvão mineral, essencial para a produção da siderurgia no Brasil"*, ou seja, materiais que as empresas brasileiras compram dos Estados Unidos para revender aos americanos incorporados em outros produtos.

Em agosto, as importações brasileiras subiram 4,6%, mas em ritmo de expansão abaixo dos registrados em 18,1% (julho) e 18,8% (junho), indicando perda de dinamismo nas trocas bilaterais.

"A forte desaceleração no ritmo das importações brasileiras vindas dos EUA sinaliza um efeito indireto das tarifas, reflexo do alto grau de integração e de comércio intrafirma entre as duas maiores economias das Américas", avalia o presidente da Amcham, Abrão Neto.

Fonte: https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/26730-exportacao-produtos-atingidos-por-tarifaco-cai-22-agosto

06 SISTEMA INDÚSTRIA E CNPQ FIRMAM ACORDO PARA APROXIMAR PESQUISADORES E SETOR PRODUTIVO



O Sistema Indústria e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) assinaram, nesta segunda-feira (8), um Acordo de Cooperação Técnica (ACT) para o desenvolvimento de estudos, avaliações de políticas públicas e iniciativas de ampliação e inserção de pesquisadores no setor produtivo. O objetivo é fortalecer a inovação, a competitividade industrial e a interação entre academia e empresas no país.

A cerimônia foi no Observatório Nacional da Indústria, em Brasília, e contou com a participação de representantes da Confederação Nacional da Indústria (CNI), do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), do Serviço Social da Indústria (SESI), do Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e do CNPq.

A parceria terá duração inicial de dois anos, com vigência até julho de 2027, e prevê ações conjuntas como intercâmbio de informações, elaboração de estudos, monitoramento da empregabilidade de mestres e doutores e avaliação de programas estratégicos, como o Inova Talentos. Entre os resultados esperados, estão a criação de um painel nacional para mapeamento de pesquisadores de acordo com suas áreas de expertise e a identificação de bolsistas do CNPq que já atuam na indústria.

Segundo o superintendente do Observatório Nacional da Indústria, Marcio Guerra, a cooperação responde a uma demanda histórica do setor.

"A indústria tem o desafio de encontrar pesquisadores, então um dos produtos que vamos desenvolver é para facilitar essa busca. E a outra é o monitoramento da empregabilidade de mestres e doutores, o que já fazemos com o SENAI", destacou.

Ele lembrou ainda que o Observatório já conta com 14 acordos de cooperação com diferentes organizações e que o Inova Talentos deve ser um dos principais beneficiados pela nova iniciativa.

A superintendente nacional do IEL, Sarah Saldanha, reforçou a importância da aproximação entre ciência e empresas.

"Tivemos várias conversas para entender qual caminho mestres e doutores percorrem e como a indústria pode atrair esses talentos. Queremos que a pesquisa seja realizada dentro do setor industrial e em parceria com ele", afirmou.

Ela ressaltou que executivos da indústria estão cada vez mais engajados em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). *"Esse é nosso objetivo, construir a ponte entre pesquisadores e indústria"*, acrescentou.

O presidente do CNPq, Ricardo Galvão, afirmou que já não faz sentido manter a visão de que a academia se limita à produção teórica e de que o setor privado está distante da pesquisa científica. Segundo ele: *"Não teremos desenvolvimento estratégico e sustentável sem interação entre academia e setor produtivo"*. Como exemplo, citou o caso das terras raras, em que considera um erro exportar minério bruto quando há conhecimento científico e técnico no Brasil para agregar valor à produção.

Com o acordo, espera-se não apenas melhorar a conexão entre empresas e profissionais qualificados, mas também criar subsídios para o aperfeiçoamento de políticas públicas em ciência, tecnologia e inovação.

Fonte: https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/institucional/sistema-industria-e-cnpq-firmam-acordo-para-aproximar-pesquisadores-e-setor-produtivo/

07 PROFISSÕES DO FUTURO NA INDÚSTRIA ATÉ 2035

Um estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI) revelou as profissões do futuro na indústria, que devem ganhar força até 2035. O levantamento, conduzido pelo Observatório Nacional da Indústria, identificou 16 ocupações promissoras e destacou que atividades repetitivas tendem a desaparecer, cedendo espaço a funções mais analíticas, criativas e interdisciplinares.

Segundo o superintendente do Observatório, Márcio Guerra, os trabalhadores precisarão desenvolver novas competências. *"Haverá demanda contínua por fluência digital, análise de dados e capacidade de resolver problemas complexos"*, afirmou.

O estudo lista oito ocupações técnicas e oito de nível superior. Entre as profissões de nível técnico, estão técnico em microrredes e energias renováveis, técnico em cibersegurança industrial, técnico em manufatura aditiva (impressão 3D) e técnico em realidade aumentada ou virtual.

Já para nível superior, a lista inclui cientista de dados industrial, engenheiro de inteligência artificial, gestor de sustentabilidade e arquiteto de soluções *blockchain* para cadeia de suprimentos. Além disso, ganham destaque especialistas em gêmeos digitais, governança algorítmica e *edge computing*.

O Observatório estima que, em até dez anos, 60% das indústrias brasileiras demandarão técnicos em cibersegurança industrial. Da mesma forma, metade das empresas deverá



investir em profissionais capacitados em microrredes.

Entre as tecnologias emergentes citadas pelo estudo estão inteligência artificial, blockchain, gêmeos digitais, manufatura aditiva e internet industrial das coisas. Conforme os pesquisadores, esses elementos serão centrais na redefinição de processos produtivos e modelos de negócio.

Fonte: https://pontanegranews.com.br/2025/09/14/profissoes-do-futuro-na-industria-ate-2035-diz-cni/



TOOL 4 FUTURE – ECOSSISTEMA DE GESTÃO E TECNOLOGIA

PARTE 2

POR **REGINALDO BARCELOS - CHRISTIAN DIHLMANN- STEPHAN DIHLMANN**

Na edição anterior abordamos a metodologia do projeto *Tool 4 Future*, desenvolvido no âmbito do convênio de cooperação entre ABINFER – Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais e a ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Dos tópicos do projeto, contemplamos o capítulo sobre a Metodologia e iniciamos a descrição das Ferramentas de trabalho, passando pela Gestão da Estratégia e Gestão da Operação. Nessa edição seguimos com a continuidade das Ferramentas, inserindo Gestão da Produção e Gestão de Equipes.

2.3 Gestão da Produção

2.3.1 Programação da Semana

A programação semanal na metodologia T4F utiliza ferramentas e conceitos voltados para o alinhamento entre departamentos, garantindo que todas as demandas internas e externas sejam atendidas, e que os compromissos assumidos com os clientes sejam cumpridos. Esse processo começa após a reunião de S&OP (*Sales and Operations Planning*) e segue uma lógica estruturada para definir as prioridades e alinhar as estratégias, refletindo diretamente no planejamento da produção da semana.

A reunião de S&OP é realizada semanalmente para avaliar todos os projetos em execução, alinhando as entregas da fábrica com os compromissos assumidos. Nessa fase: os clientes internos (como setores de montagem, engenharia ou controle de qualidade) e os clientes externos (mercado comprador, sistemista, outros) são considerados; as prioridades são revisadas para atender as demandas mais críticas.

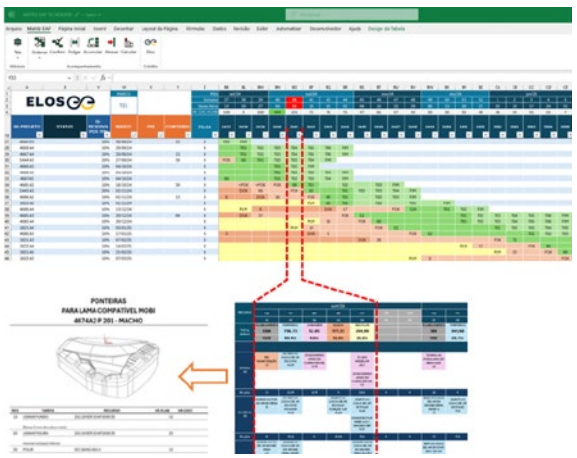


Figura 10 - Programação da semana

Após o alinhamento na S&OP, as demandas priorizadas são organizadas na coluna referente à semana programada. Essa coluna se torna o ponto de referência para visualizar, de forma clara e prática, todas as entregas e atividades que devem ser realizadas durante a semana.

Esse mapeamento garante que as operações na fábrica tenham um direcionamento claro para executar as atividades planejadas.

Após definir a programação na fábrica, duas situações típicas são observadas no dia a dia das ferramentarias. Em cada caso, a metodologia T4F utiliza ferramentas específicas para garantir que o planejamento da semana seja executado de maneira eficiente:

- Empresas sem software ERP - quando a ferramentaria não utiliza um sistema ERP, a metodologia T4F adota soluções alternativas baseadas na Matriz-EAP. Esse modelo complementa a ausência de um software integrado, permitindo a criação de roteiros de fabricação que organizam as etapas de produção.



Figura 11 - Roteiro de fabricação e Kanban puxado

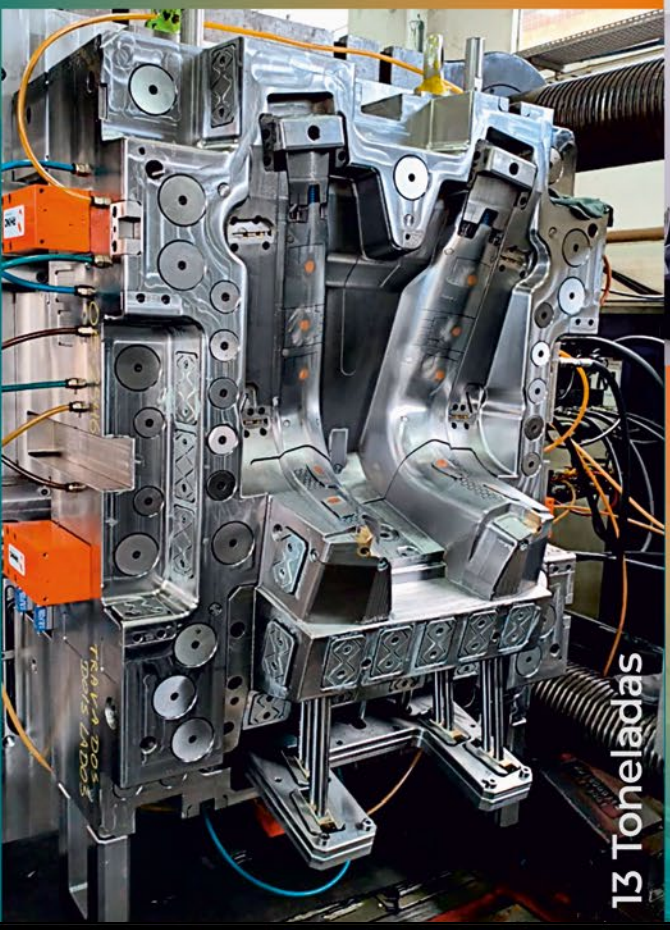
Conceito de *Kanban* Puxado (Pull): A fabricação é gerenciada com base em um sistema de produção puxada,

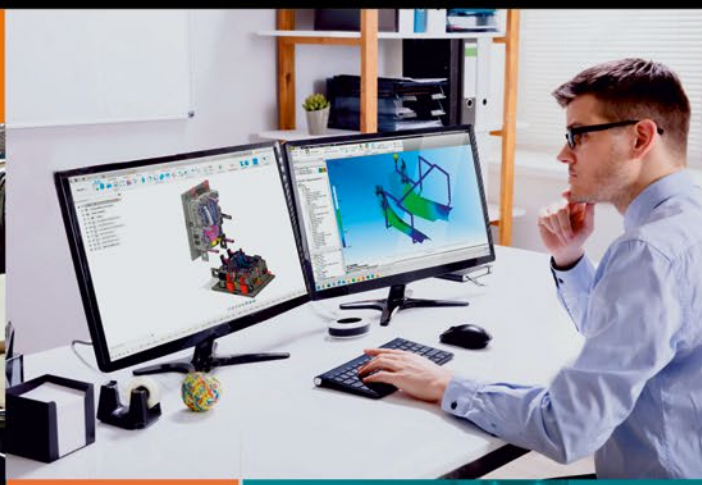
3R Moldes

bsi ISO 9001 Quality Management Systems CERTIFIED FM 707919

Do projeto ao tryout:

Qualidade 3R em cada processo!







20 Anos 3Rmoldes.com.br

instagram.com/3Rmoldes

onde os pedidos são iniciados conforme a demanda real da programação semanal.

- Empresas com software ERP - quando a empresa possui um sistema ERP, a metodologia T4F integra as informações da Matriz-EAP ao software, estruturando o Planejamento e Controle da Produção (PCP) para operar de forma eficiente. O ERP centraliza dados de vendas, compras, produção e estoque, enquanto permite alinhar prioridades definidas na programação semanal. Muitas vezes, é necessário realizar um trabalho de estruturação no ERP e no MES (*Manufacturing Execution System*) para conectar o planejamento à execução no chão de fábrica. Com essa integração, são definidos roteiros de produção, fluxos de trabalho otimizados e o monitoramento dos recursos em tempo real. Assim, o PCP garante que as demandas sejam atendidas com agilidade e precisão.



Figura 12 - Conexão com o ERP

2.3.2 Gestão de Desperdícios

A gestão de desperdícios na metodologia T4F tem como ferramenta central o Ciclo PDCA, estruturado para identificar, analisar e resolver falhas de forma contínua.

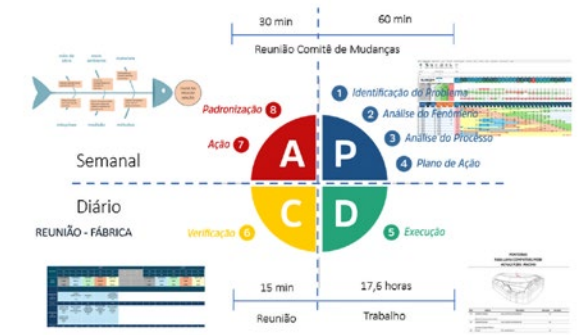


Figura 13 - Ciclo PDCA

Planejamento (Plan): baseado nas entregas configuradas na Matriz-EAP, priorizando ações alinhadas às metas do OBZ (Orçamento Base Zero), que visam atingir a meta anual de faturamento;

Execução (Do): os roteiros de produção organizam a execução do planejamento e os apontamentos diários monitoram o progresso de forma prática e mensurável;

Verificação (*Check*): realizada diariamente em reuniões de fábrica inspiradas no formato *Daily Meeting* do *Scrum*, voltadas para identificar e resolver problemas operacionais (empecilhos). As falhas e desvios detectados são registrados utilizando uma versão simplificada do 5 *Whys*, com perguntas como *"Qual é a falha?"*, *"Qual é a desculpa?"* e *"Quem é o responsável?"*. Essa abordagem, embora direta, é usada em linguagem prática e clara, adequada ao chão de fábrica, sem conotação pejorativa.

Ação (*Act*): as ações imediatas focam na contingência e estabilização do processo. As informações coletadas durante a semana são analisadas com profundidade, identificando as causas e causas-raiz das falhas que mais impactam os objetivos, em alinhamento com o planejamento baseado no OBZ.

Essa abordagem estrutura a gestão de desperdícios com foco em resolver falhas no curto prazo e prevenir recorrências, conectando a análise operacional à estratégia de longo prazo da empresa.

2.3.3 Usinagem Eficiente

A indústria de ferramental tem na tecnologia da usinagem sua base principal. Usinagem é o processo de fabricação onde o material, geralmente um bloco ou tarugo de aço, é removido de forma controlada para dar forma ao objeto desejado. Isso é feito por meio de ferramentas de corte ou métodos térmicos, como no caso da eletroerosão. Seja através de fresamento, torneamento ou queima/erosão, esses processos transformam o aço bruto em ferramentas especializadas, como moldes, matrizes e punções, que posteriormente serão utilizadas na fabricação de produtos. A metodologia T4F propõe duas ferramentas para esta função: Peça Referência e Processo de Usinagem.

A ferramenta Peça Referência é uma abordagem utilizada na metodologia T4F para analisar e aumentar a eficiência da usinagem. A escolha da peça referência não é aleatória, mas sim fundamentada na identificação de gargalos no processo produtivo.

A peça referência é uma peça cujo processo de fabricação representa um gargalo dentro da operação. Ou seja, é a peça cujo tempo ou complexidade de usinagem limita a capacidade de a ferramentaria processar outros

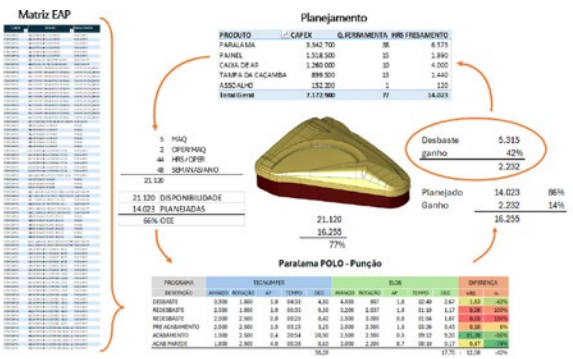


Figura 14 - Peça referência

pedidos. Este gargalo afeta diretamente o ritmo de produção global e, portanto, é o melhor ponto de partida para otimizar o sistema como um todo.

Utilizando a peça referência, parâmetros como avanço, velocidade de corte e uso de ferramentas são ajustados para garantir o melhor tempo de usinagem, qualidade e custo. Melhorias aplicadas à peça referência impactam diretamente o *throughput* (fluxo total) do sistema produtivo, tornando o processo mais ágil e eficiente. No caso da figura 14, o ganho de 42% sobre o tempo de usinagem da peça referência representa um ganho de 10 pontos na disponibilidade total, cerca de 2.232 horas por ano.

Trabalhando o Processo de Usinagem, quando não há uma peça referência claramente identificada como gargalo da operação, a metodologia T4F foca na análise dos processos de usinagem para encontrar as melhores oportunidades de melhoria e aumentar a eficiência geral. Essa abordagem parte de um inventário detalhado dos recursos disponíveis e busca identificar ações para otimizar a usinagem através do melhor uso de equipamentos, ferramentas e sistemas de fixação. Etapas do trabalho com o Processo de Usinagem:

1. Inventário de Recursos de Usinagem: O processo começa com um inventário detalhado dos principais recursos disponíveis na ferramentaria, incluindo máquinas (fresadoras, tornos CNC, eletroerosão, entre outras), ferramentas de corte (avaliação de vida útil, performance e especificações técnicas), sistemas de fixação (dispositivos como grampos, morsa de precisão, placas magnéticas e sistemas de fixação modular). Esse levantamento permite mapear possíveis limitações ou oportunidades de melhoria, desde ajustes simples até recomendações de investimento.

2. Ajuste de Estratégias de Usinagem: Ajuste de velocidade de corte (vc), avanço (fz) e profundidade de passe (ap). Testes para encontrar a estratégia ideal que reduza tempo de ciclo sem comprometer a qualidade da peça. Configuração de bibliotecas de ferramentas: organização e padronização de ferramentas de corte em sistemas CAM/CNC para reduzir o tempo de *setup* e erros operacionais.

3. Otimização do Sistema de Fixação: Projetar ou adquirir sistemas mais eficientes para melhorar a rigidez da peça durante a usinagem, garantir maior precisão e reduzir tempos de movimentação.

4. Treinamento da Equipe: O treinamento associado aos recursos existentes geralmente oferece ganhos rápidos, com baixo custo e alto impacto.

Ao trabalhar o processo de usinagem de forma estruturada, partindo de um inventário dos recursos e alinhando as ações a estratégias de melhoria contínua, a metodologia T4F garante resultados significativos com menor custo e maior eficiência. A priorização de *Kaizens* rápidos e o treinamento do time técnico maximizam os ganhos iniciais, ao mesmo tempo que abrem espaço para estratégias mais complexas, como investimentos em novos equipamentos ou sistemas de alto desempenho. Assim, o foco permanece sempre na redução de gargalos e no aumento do *throughput*, assegurando a competitividade e a pontualidade da ferramentaria.

2.3.4 Melhoria Contínua

A metodologia T4F foi construída com o objetivo de desdobrar as metas estratégicas oriundas do nível gerencial e frequentemente medidas em milhões de reais, como um faturamento anual esperado em ações diretas e concretas no nível operacional. Nesse processo, mesmo as menores ineficiências, como micro paradas (inferiores a 5 minutos), tornam-se críticas. Por exemplo, para uma meta de faturamento de R$ 20 milhões/ano, o custo de cada minuto parado está estimado em R$ 3,50, com base nos cálculos derivados do OBZ (Orçamento Base Zero). Logo, a soma dessas pequenas perdas pode resultar em fracassos significativos no atingimento das metas estratégicas.

Para monitorar, controlar e resolver as falhas operacionais que causam desvios, a metodologia T4F aplica uma série de ferramentas da qualidade no chão de fábrica. O foco principal está em identificar, corrigir e prevenir desvios de rota para garantir que os objetivos estratégicos sejam alcançados. Desde ferramentas simples até práticas mais estruturadas, todas têm um único propósito. Dentre estas estão as Ferramentas de Qualidade no Chão de Fábrica.

Os 5 Porquês com Linguagem Alinhada ao Chão de Fábrica: A ferramenta 5 Porquês, na sua aplicação dentro da metodologia T4F, adota uma abordagem prática e direta, utilizando nomes claros para as suas *"camadas"* de análise. Esses nomes foram definidos para criar uma linguagem que facilite o entendimento pelos operadores do chão de fábrica, garantindo que o processo de identificação de falhas seja intuitivo e objetivo. As Camadas dos 5 Porquês:

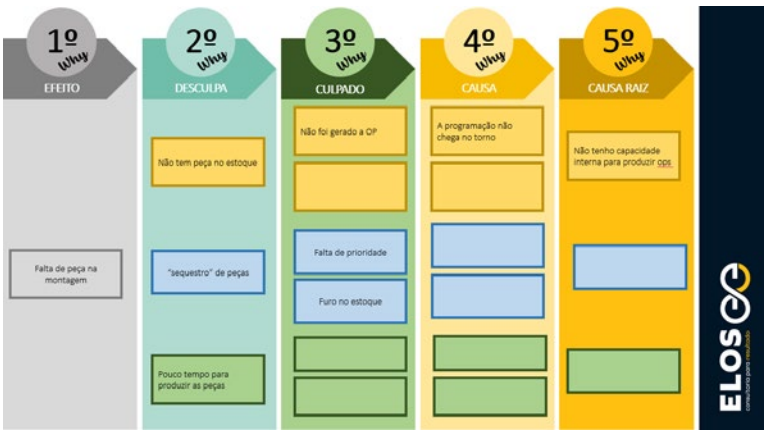


Figura 15 - 5 Porquês

1. O Problema - O que aconteceu? - Essa é a primeira camada, onde o evento indesejado ou a falha ocorrida é descrito. É um relato objetivo da situação observada. Exemplo: *"A máquina CNC ficou parada por 3 minutos."*

2. A Desculpa - O motivo imediato apontado para justificar o problema. Nessa etapa, investiga-se a primeira resposta natural ou circunstancial que explica o problema, geralmente relatada pelos operadores ou observada no local. Exemplo: *"A máquina foi parada porque o cavaco acumulou no local de usinagem."*

3. O Culpado - Quem ou o que contribuiu diretamente para o problema? Essa camada não busca encontrar responsabilidades individuais de forma pejorativa, mas sim identificar quem ou o que falhou diretamente no processo. A intenção é descrever o ponto de maior impacto prático no evento. Exemplo: *"O filtro de refrigeração estava entupido, e ele não cumpriu sua função de evitar o acúmulo de cavaco."*

4. A Causa - O que permitiu que isso acontecesse? Aqui, a análise aprofunda-se nas condições e práticas que levaram à falha. Por que o filtro estava entupido? Exemplo: *"Porque a manutenção preventiva do filtro não foi executada."*

5. A Causa Raiz - Por que a causa fundamental aconteceu? A última camada busca a origem estrutural ou organizacional do problema. Trata-se da razão fundamental que precisa ser corrigida para evitar recorrências. Exemplo: *"Não existe um calendário de manutenção definido para o filtro, e os operadores não estão treinados para monitorar sua condição."*

É essencial esclarecer que os termos *"Desculpa"* e *"Culpado"* não têm conotação pejorativa. A intenção é: simplificar a linguagem, aproximando a ferramenta do chão de fábrica; evidenciar os desvios do processo, facilitando a identificação das ações corretivas e preventivas; engajar o time operacional com uma abordagem prática e sem burocracia.

O cuidado ao utilizar essa linguagem reside em apresentar o conceito dentro de um contexto colaborativo, reforçando que o objetivo não é encontrar culpados individualmente, mas encontrar e corrigir falhas no sistema.

Plano de Ação é uma ferramenta prática para organizar a resolução de problemas, transformando os desvios identificados em tarefas claras, com responsáveis e prazos. Ele é essencial para garantir que as falhas não apenas sejam percebidas, mas realmente solucionadas no curto prazo. Como funciona:

- **Problema:** Descreva a falha identificada que precisa ser corrigida. Exemplo: *"Filtro entupido, causando parada da máquina CNC."*
- **Ação:** Determine o que será feito para corrigir ou prevenir o problema. Exemplo: *"Realizar a manutenção preventiva semanalmente."*
- **Quem:** Identifique a pessoa ou equipe responsável pela ação. Exemplo: *"Equipe de manutenção."*
- **Quando:** Estabeleça um prazo claro para execução. Exemplo: *"Até sexta-feira, dia 21."*

LUP (Lição de Um Ponto) é uma ferramenta de qualidade voltada para treinamento rápido e foco em um único aprendizado específico. É amplamente utilizada no chão de fábrica para garantir que as lições aprendidas de problemas resolvidos sejam replicáveis pelo time. Características principais:

1. Simples e visual: Pode ser um documento curto ou até um cartaz fixado próximo à área produtiva;

2. Direcionado para um único ponto: A LUP descreve uma lição aprendida sobre um erro que foi tratado e corrigido, orientando as equipes a evitá-lo;

3. Estrutura básica: O que aconteceu? Descrever o problema, como o filtro entupido de uma máquina;

4. Qual foi a causa? A falta de manutenção preventiva;

5. Qual é o aprendizado? Manter o filtro limpo realizando verificações semanais.

POP (Procedimento Operacional Padrão) é uma ferramenta essencial para padronizar processos críticos, garantindo que todas as operações sigam um mesmo padrão técnico e de qualidade. Enquanto a LUP foca em lições pontuais, o POP organiza um processo completo de maneira detalhada. Características principais:

- **Instruções claras e detalhadas:** O POP define passo a passo como determinada atividade deve ser realizada. Exemplo: Um POP para a troca do filtro de uma máquina descreveria todas as etapas, desde a abertura do equipamento até o descarte correto do filtro usado.
- **Formato completo:** O objetivo é explicar o propósito do procedimento.
- **Descrição do processo passo a passo:** Detalhar as ações específicas.
- **Materiais e ferramentas necessárias:** Listar os itens indispensáveis para executar a tarefa.
- ***Checklist*:** Garantir a validação dos passos cumpridos.

Na metodologia T4F, a aplicação da ferramenta dos 5 Porquês deve ser direta, prática e orientada à solução. A análise deve ser realizada imediatamente após a identificação da falha, respondendo às três primeiras camadas — problema, desculpa e culpado — com foco em ações de contingência. Neste momento, o objetivo é corrigir rapidamente o desvio, utilizando a estratégia do ver e agir. Se a falha puder ser solucionada imediatamente, ótimo. Quando necessário documentar, o registro deve ser simples e de fácil execução, priorizando a agilidade na resposta e evitando que o esforço para documentar seja maior do que para corrigir.

Por outro lado, os registros gerados pelas ações de contingência precisam ser avaliados regularmente para uma análise mais aprofundada de causa e efeito. Este é o momento de criar um plano de ação estruturado, voltado a tratar as causas e causas-raiz identificadas. A abordagem



Documento: Procedimento Operacional Padrão - POP | Código: POP 004 | TECNUMFER
Procedimento: SETUP FRESADORA CNC | Revisão: 00 | Data: 06/03/25

Objetivo
Fixar as condições exigíveis para a regulagem das fresadoras CNC

Aplicação: Usinagem | Responsabilidades: Operador CNC e Supervisor

EPIs
1. Óculos Incolor
2. Protetor Auricular
3. Creme para as mãos
4. Botina Bico de Aço

Ferramentas para execução do trabalho
1. Relógio Apalpador
2. Chave de Boca

Revisão	Data	Alteração
00	07/03/2025	Revisão inicial

Descrição das atividades

1. Identificar a próxima peça

Setup	Tempo	Atenção
Externo	01:00	Qualidade

Descrição
1. O operador vai ao quadro Kanban para saber qual é a próxima peça.
2. Pega a pasta leva para a sua bancada
3. Ler a ficha de processo
4. Verifica se os programas estão na rede

Não conformidade
Na falta de algum item avise o PCP ou vá para a próxima peça

Figura 16 – POP

proposta pela metodologia T4F entende que essa separação entre atuar sobre a falha (curto prazo) e trabalhar sobre as causas (longo prazo) é fundamental, e que cada ação ocorre em momentos distintos.

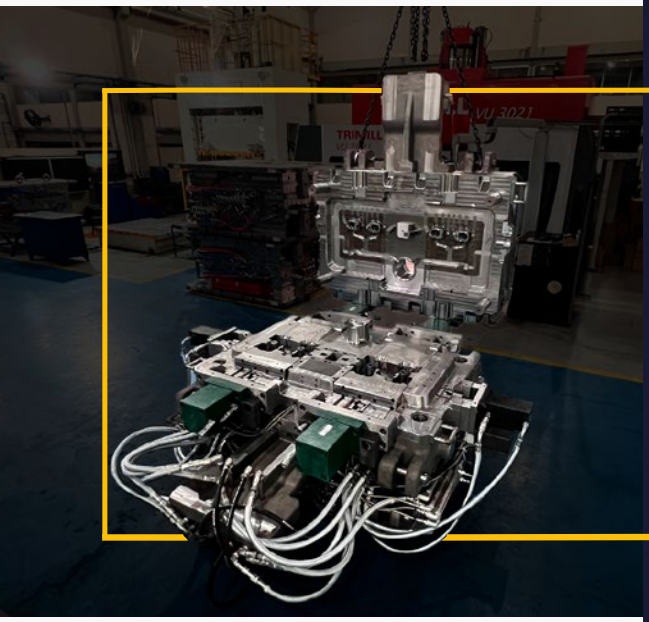
Por mais que algumas empresas possam, dependendo de seu nível de maturidade, tentar pular esta abordagem intermediária, a experiência tem demonstrado que isso não é a realidade mais comum no setor de ferramentarias. Portanto, é necessário enfatizar a importância de entender a diferença entre solucionar a falha e corrigir a causa do problema. Essa maturidade, gradualmente construída, permite que a organização alcance maior eficiência operacional e estratégica, conectando as ações do chão de fábrica às metas globais da empresa.

2.3 Gestão de Equipes

Essencialmente, gestão é uma combinação de processos e pessoas, e a metodologia T4F integra esses dois elementos de maneira estruturada e eficaz. Organizada em três níveis de atuação – estratégico, tático e operacional, a abordagem busca garantir a funcionalidade das equipes e o alinhamento às metas da organização.

Embora a estrutura formal dos três níveis seja clara, a metodologia T4F adota os conceitos descritos em *"O Monge e o Executivo"*, priorizando uma liderança

MOLDTOOL FERRAMENTARIA
24 ANOS & TRADIÇÃO INOVAÇÃO



ENGENHARIA E ESTRUTURA
PARA ATENDER OS PROJETOS
MAIS COMPLEXOS

Capacidade para moldes de até 50t
e soluções em alta complexidade.

ACESSE O SITE E SAIBA MAIS

+55 47 3121-4400
Vendas@moldtool.com.br
Joinville/SC - Brasil

colaborativa e servidora. Isso significa que, além de dividir responsabilidades, é fundamental promover engajamento real, onde todos os colaboradores são parte ativa do sucesso da operação e não apenas representados em reuniões ou comitês.

Além dessa integração de níveis, a metodologia T4F entende que as competências comportamentais são tão importantes quanto as competências técnicas. Assim, uma peça central da gestão de equipes é entender como os membros das equipes enxergam o mundo e como se comportam dentro dele. Por padrão, essa análise comportamental é conduzida utilizando a ferramenta *DISC*.

O *DISC* é um método de avaliação comportamental criado por William Moulton Marston para identificar tendências comportamentais em quatro eixos principais:

- **Dominância (D):** Mede como a pessoa lida com desafios e riscos. Pessoas com alto *"D"* são assertivas, diretas e orientadas a resultados;
- **Influência (I):** Mede como a pessoa interage com os outros. Quem apresenta alta influência geralmente é comunicativo, persuasivo e motivador;
- **Estabilidade (S):** Avalia como a pessoa reage a mudanças e trabalha em equipe. Indivíduos com alto *"S"* são pacientes, cooperativos e orientados à segurança;
- **Conformidade (C):** Relaciona-se ao respeito por regras e padrões. Aqueles com alto *"C"* são analíticos, detalhistas e orientados à precisão.

A seguir, detalharemos quatro pilares centrais da gestão de equipes na metodologia T4F: formação de equipes, desdobramento de metas, plano de desenvolvimento individual e plano de desenvolvimento de liderança.

2.4.1 Formação de Equipes

A formação de equipes na metodologia T4F é conduzida com o objetivo de criar grupos funcionais e colaborativos, capazes de entregar resultados rápidos e consistentes. Esse processo envolve:

- Definição de papéis: Garantir clareza sobre as responsabilidades de cada membro, minimizando conflitos e retrabalhos;
- Equilíbrio de competências técnicas e comportamentais: A análise DISC é usada para selecionar perfis que se complementem e permitam a formação de um time equilibrado, capaz de integrar forças e superar fraquezas;
- Autonomia: Cada equipe deve ter o poder de tomar decisões por conta própria, dentro de uma direção estratégica, aumentando a agilidade e reduzindo a burocracia;
- Propósito transcendente: As metas da equipe devem trazer significado ao trabalho, promovendo engajamento e senso de pertencimento de cada membro ao sucesso coletivo.

A formação de equipes eficazes é vista como um processo dinâmico, em constante evolução, e não como um evento isolado. Para isso, se utiliza o modelo de *Tuckman*, que descreve o ciclo de vida das equipes em cinco estágios principais, orientando como os times progridem em colaboração, maturidade e desempenho.

1. Formação (*Forming*) - O primeiro estágio do modelo de *Tuckman* é marcado pelo início da jornada da equipe.



Figura 17 - Ciclo de vida das equipes

A formação é o momento em que as pessoas se reúnem pela primeira vez, muitas vezes sem grande familiaridade umas com as outras. Nesse momento, os membros estão começando a explorar o ambiente, a função uns dos outros e as expectativas do grupo. Não é incomum que a equipe apresente um comportamento mais reservado nesse estágio, pois há incertezas sobre como os papéis serão distribuídos e como será a dinâmica de trabalho. Existe, nesse momento, uma dependência do líder para fornecer orientação e estrutura, definindo claramente os objetivos da equipe, as metas esperadas e as responsabilidades individuais. Na metodologia T4F, esse estágio é iniciado com um esforço de alinhamento sobre os objetivos coletivos, garantindo a compreensão das metas, além de reforçar o senso de propósito transcendente do time. Isso ajuda a estabelecer uma base sólida para o trabalho em equipe, criando um ambiente onde todos entendam não apenas o que fazer, mas porque estão fazendo.

2. Conflito (*Storming*) - Após o primeiro alinhamento, chega-se ao segundo estágio: o conflito. Essa fase é inevitável e essencial no desenvolvimento das equipes, já que, nesse momento, personalidades, estilos de trabalho e opiniões começam a emergir. Enquanto os membros começam a se posicionar de forma mais ativa dentro da equipe, surgem discordâncias sobre prioridades, abordagens e até mesmo responsabilidades. Essa fase também pode apresentar resistência a normas ou processos estabelecidos, especialmente quando as pessoas ainda não se sentem seguras para aceitar as limitações do ambiente de trabalho ou as diferenças naturais de seus colegas. Apesar de ser desafiador, o conflito também é produtivo, pois sinaliza que o grupo está aprendendo a se conhecer e negociar suas dinâmicas

internas. No contexto da T4F, o uso de ferramentas como o DISC é essencial para ajudar os membros a entenderem os diferentes perfis comportamentais presentes na equipe. Essa prática não apenas reduz tensões e evita conflitos prolongados, mas também incentiva uma colaboração mais empática e produtiva. O líder, nesse momento, tem um papel fundamental em criar um espaço seguro para o diálogo e mediar situações de discordância, transformando o conflito em uma oportunidade de crescimento.

3. Normalização (*Norming*) - Superados os conflitos iniciais, as equipes começam a navegar em direção a um funcionamento mais harmonioso. Na etapa de normalização, existe um esforço coletivo para estabelecer padrões de trabalho e normas de convivência que atendam a todos. A colaboração se torna mais fluida, e os papéis começam a se fixar de forma prática, com maior respeito e valorização das contribuições individuais. Esse estágio é onde a confiança entre os membros realmente começa a se fortalecer, e a equipe assume um comportamento mais cooperativo. Processos como *feedback*, troca de ideias e alinhamento de expectativas tornam-se mais naturais e frequentes. Para apoiar essa transição, a metodologia T4F introduz ferramentas de gestão como LUPs (Lições de Um Ponto) e manuais práticos de boas práticas, que ajudam os times a documentarem aprendizados e padronizar suas operações. Isso não apenas acelera o alinhamento da equipe, mas também minimiza a probabilidade de falhas futuras.

4. Desempenho (*Performing*) - Quando uma equipe atinge o estágio de desempenho, ela opera em seu pico de eficiência. Neste ponto, o grupo já adquiriu um alto nível de maturidade, com integrantes colaborando de forma autônoma e produtiva. A equipe é capaz de atingir metas com consistência, pois não apenas domina as técnicas essenciais, mas também consolidou normas e práticas que favorecem a sinergia. Neste estágio, a liderança muda de um papel mais diretivo para um papel de facilitação. A função do líder passa a ser remover obstáculos que possam surgir e garantir que os objetivos definidos anteriormente permaneçam claros e alinhados. No âmbito da T4F, as equipes que atingem o estágio de desempenho refletem o objetivo maior da metodologia: formar grupos que sejam capazes de entregar resultados alinhados ao propósito transcendente da organização, promovendo inovação e eficiência.

5. Encerramento (*Adjourning*) - O encerramento de uma equipe ou projeto vai além do simples término das atividades. Apesar de o modelo de *Tuckman* tratar o encerramento como a conclusão natural de um ciclo, no contexto industrial e das ferramentarias, o maior desafio é gerenciar as alterações nos seus membros. Cada vez mais, as empresas enfrentam um cenário em que mudanças frequentes na composição das equipes se tornam rotina, seja devido a movimentos internos, rotatividade de funcionários ou necessidade de redistribuir recursos estratégicos. Esse fenômeno pode causar regressão no nível de maturidade da equipe se ações preventivas e estruturadas não forem tomadas. Na prática, uma equipe que já atingiu alto desempenho durante a fase de *Performing* pode voltar às primeira fases do ciclo, especialmente à Formação (*Forming*) e ao Conflito (*Storming*).

A formação de equipes dentro da metodologia T4F baseia-se no entendimento de que o progresso das equipes é um processo contínuo. Com o suporte do modelo de *Tuckman*, as equipes não apenas atingem o desempenho máximo, mas também desenvolvem uma dinâmica saudável e sustentável, essencial para conectar o chão de fábrica aos objetivos estratégicos da organização.

2.4.2 Desdobramento de Meta

A metodologia T4F baseia-se na premissa de que gestão é processo e pessoas. Uma vez que as equipes estão formadas e os processos estruturados, torna-se possível garantir que ambos os pilares estejam bem conectados e funcionando de maneira organizada. Com essa integração estabelecida, o foco recai sobre o desdobramento de metas, garantindo que os objetivos sejam traduzidos em ações claras e práticas para cada nível da organização. Esse desdobramento de metas é orientado por três perguntas simples e diretas que regem as reuniões de acompanhamento:

1. **O que eu fiz?**
2. **O que eu vou fazer?**
3. **Quais são os impedimentos**?

Essas perguntas incentivam equipes e líderes a olharem tanto para o desempenho passado quanto para as ações futuras, ao mesmo tempo em que identificam e tratam os obstáculos que podem atrapalhar o atingimento das metas. No cerne dessa abordagem está a comunicação clara e a busca contínua por melhorias, fundamentais para alinhar esforços e corrigir desvios. Na prática, pelo menos três tipos de reuniões são implementados para assegurar que o desdobramento ocorra de forma ordenada e eficaz: a Gestão da Estratégia, a Reunião de S&OP e a Reunião de Produção. A seguir, explicamos cada uma delas e como seus referenciais guiam os objetivos.

1. Reunião de Gestão da Estratégia - A reunião de gestão da estratégia acontece no nível estratégico e tem como objetivo conectar os principais gestores da organização às metas e diretrizes globais definidas no planejamento estratégico. O *roadmap* estratégico é utilizado como base para alinhar os objetivos a serem atingidos no longo prazo com as ações que precisam ser desenvolvidas em cada área.

Avaliar o status dos domínios estratégicos e identificar se há desvios em relação ao plano traçado, bem como possíveis ajustes nas prioridades. Garantir que as decisões estratégicas sejam disseminadas para os níveis tático e

operacional de forma clara e objetiva. Essa reunião ocorre mensalmente

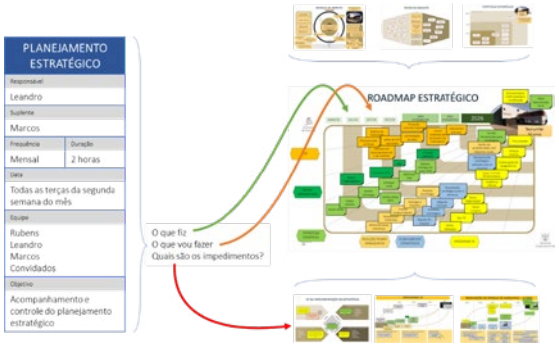


Figura 18 - Reunião de gestão da estratégia

2. Reunião de S&OP (Planejamento de Vendas e Operações) - A reunião de S&OP (*Sales and Operations Planning*) ocorre no nível tático. A matriz EAP serve como referência nessa reunião, detalhando as tarefas associadas aos projetos. Alinhar as demandas comerciais (vendas) com a capacidade produtiva. Sincronizar cronogramas, recursos e metas específicas para garantir que as prioridades estratégicas estão fluindo no chão de fábrica. Identificar gargalos ou potenciais desvios antes que eles impactem os resultados.



Figura 19 - Reunião de S&OP

A reunião de S&OP deve ocorrer semanalmente. Planejar o equilíbrio entre demanda e fornecimento e monitorar os projetos em andamento. O que fiz? A equipe de produção valida o cumprimento da programação prevista na matriz EAP, informando se as entregas ocorreram conforme o planejado. O que vou fazer? Quando necessário, ajustes são feitos para adequar demandas ascendentes ou reduzir atrasos. Quais são os impedimentos? São levantados desafios, como atrasos na liberação da lista de materiais ou falta de recursos de produção.

3. Reunião de Produção - A reunião de produção é a reunião mais ligada ao nível operacional, ocorrendo no chão de fábrica e tendo como fundamento a programação semanal de atividades. Diferentemente das duas primeiras reuniões, aqui o foco é muito mais na execução direta, garantindo que as tarefas previstas aconteçam conforme o cronograma e que os líderes locais tomem decisões rápidas para resolver problemas diários.

Garantir que os planos da semana estejam sendo seguidos conforme previsto. Monitorar o progresso em tempo real e redirecionar esforços se houver emergências ou desvios. Identificar atrasos na sequência de produção ou problemas urgentes que podem afetar a produtividade. Reuniões diárias com revisões rápidas ao longo do período, para ajustes no planejamento. Resolver problemas do dia a dia, como prioridades operacionais, materiais indisponíveis ou alinhamento com logística.



Figura 20 - Reunião de S&OP

O desdobramento de metas na metodologia T4F é um processo estruturado que garante que as iniciativas estratégicas sejam transformadas em ações práticas e mensuráveis em todos os níveis da organização. Por meio das três reuniões principais, os desafios e os objetivos são discutidos de maneira contínua, com foco no engajamento das equipes e no alinhamento entre planejamento e execução:

2.4.3 Plano de Desenvolvimento Individual

AO Plano de Desenvolvimento Individual (PDI) é uma ferramenta-chave da metodologia T4F, com o objetivo de alinhar o crescimento pessoal e profissional dos colaboradores às necessidades estratégicas da organização. O PDI foca em duas dimensões igualmente importantes: o desenvolvimento de competências técnicas e o fortalecimento de competências comportamentais, garantindo que cada indivíduo esteja capacitado para contribuir de forma eficiente no cumprimento das metas organizacionais.

A base para o PDI é a avaliação DISC, que permite compreender o perfil comportamental de cada colaborador, ajudando a identificar suas forças naturais, áreas de melhoria e como essas características se refletem no desempenho diário. Para a T4F, o PDI é tanto uma bússola para o colaborador quanto uma ferramenta estratégica para o gestor, pois conecta o autodesenvolvimento às demandas operacionais e táticas da organização.

A elaboração do PDI segue um modelo prático e exequível, através de Mapeamento comportamental e técnico: Cada colaborador é pesquisado em termos de suas capacidades técnicas e perfil comportamental (por meio

do DISC). Essa análise identifica pontos fortes e áreas a serem desenvolvidas. Exemplo: Um colaborador com alta dominância (D) pode ter grandes habilidades em tomar decisões rápidas, mas pode precisar desenvolver paciência para trabalhar de forma mais colaborativa.

A evolução do colaborador é vista como um processo progressivo. No início da capacitação, é prevista maior orientação e suporte, evoluindo gradualmente para maior autonomia conforme a maturidade cresce. O desenvolvimento pessoal é sempre conectado ao impacto que o colaborador tem dentro da equipe. Ao final de cada ciclo de desenvolvimento, são checados os ganhos práticos para o time e a organização.

2.4.4 Plano de Desenvolvimento de Liderança

A liderança desempenha um papel essencial na metodologia T4F, pois os líderes são os responsáveis por conectar os diferentes níveis da organização: estratégico, tático e operacional e garantir que as equipes estejam alinhadas, motivadas e produtivas. O Plano de Desenvolvimento de Liderança (PDL) é, portanto, uma ferramenta para ajudar os gestores a desenvolverem competências específicas que integram habilidades técnicas, comportamentais e de gestão, permitindo que eles atuem como verdadeiros facilitadores do crescimento organizacional.

O PDL tem como base o DISC, fornecendo uma análise individual dos estilos de liderança para que cada líder entenda melhor a forma como exerce influência e como pode se ajustar para gerir equipes com maior eficiência.

Líder Dominante (D):

- **Características:** Foco em resultados, decisões rápidas e assertividade;
- **Desafios:** Pode ser percebido como impaciente ou autoritário;
- **Ajuste necessário:** Desenvolver maior empatia e habilidade de ouvir o time para garantir que suas decisões incluam perspectivas colaborativas.

Líder Influente (I):

- **Características:** Motivador, entusiasta e excelente em comunicação;
- **Desafios:** Pode ter dificuldade em lidar com detalhes e acompanhar prazos;
- **Ajuste necessário:** Criar um equilíbrio entre inspiração e estrutura, garantindo que ideias sejam executadas de forma organizada.

Líder Estável (S):

- **Características:** Calmo, paciente e focado em criar ambientes seguros e cooperativos;
- **Desafios:** Relutância em lidar com mudanças ou tomar decisões rápidas sob pressão;



- **Ajuste necessário:** Trabalhar em resiliência e adaptabilidade para lidar com ambientes mais dinâmicos.

Líder Conforme (C):
- **Características:** Analítico, detalhista e orientado por padrões e regras;
- **Desafios:** Pode ser excessivamente crítico e lentificar processos ao priorizar a perfeição;
- **Ajuste necessário:** Desenvolver agilidade em cenários incertos e comunicação mais persuasiva para facilitar a colaboração.

Equipes com Competências Complementares: Um dos papéis mais importantes do líder é formar equipes com competências complementares, assegurando que os diferentes estilos e habilidades dos membros funcionem de forma integrada e sinérgica. A T4F identifica quatro características fundamentais para compor uma equipe equilibrada:

- **Execução:** Pessoas com foco em *"fazer acontecer"*, garantindo a conclusão das tarefas. Representados por perfis com alta Dominância (D);
- **Mediação:** Indivíduos responsáveis pelo relacionamento dentro da equipe, promovendo harmonia e cooperação. Comumente encontrados com alta Influência (I) ou Estabilidade (S);
- **Planejamento:** Membros que criam estratégias e organizam os passos necessários para alcançar objetivos, demonstrados por alta Conformidade (C);
- **Análise:** Pessoas focadas em resolver problemas e garantir a precisão e qualidade das ações, encontradas em líderes ou participantes com alta Conformidade (C) e Estabilidade (S).

Além de formar lideranças para gerir e manter equipes produtivas, o PDL também treina líderes para:

- **Gerenciar os estágios da equipe:** Baseando-se no modelo de *Tuckman*, o líder aprende como atuar em cada estágio do desenvolvimento do time (*Forming, Storming, Norming*, Performing) e como mitigar oportunidades de regressão em fase de renovação de membros;
- **Conduzir rituais *Scrum* e T4F:** Como reuniões rápidas e eficazes, garantindo o alinhamento e a comunicação frequente;
- **Motivar pelo propósito:** Inspirando equipes com um senso de significado em suas atividades e conectando as metas operacionais ao propósito organizacional maior.

Os Planos de Desenvolvimento Pessoal (PDI) e de Liderança (PDL) são pilares fundamentais da metodologia T4F para promover o equilíbrio entre os aspectos técnicos e comportamentais dentro da gestão de equipes. O PDI é centrado no crescimento individual, enquanto o PDL capacita líderes a gerir de forma mais assertiva e estratégica, formando equipes complementares e alinhadas às metas organizacionais.

Com base na aplicação prática do *DISC*, nos estágios do modelo de *Tuckman*, nos rituais ágeis do *Scrum*, e na própria abordagem estruturada da T4F, esses planos garantem que o desenvolvimento das pessoas não seja apenas um conceito, mas uma realidade exequível, adaptável ao chão de fábrica e aos times das mais variadas empresas. Em última análise, investir em PDI e PDL significa investir na criação de equipes mais maduras, resilientes e conectadas, capazes de entregar resultados extraordinários de forma sustentável.

Na próxima edição será publicada a finalização do trabalho. ■

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a instituição de fomento à pesquisa ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial pelo apoio estratégico e financeiro ao projeto.



Reginaldo Barcelos - Bacharel em Sistemas de Informação pela Univille - Universidade da Região de Joinville. Pós-graduado em Desenvolvimento e Processos de Produtos Plásticos. Pós-graduando em Gestão de Projetos. Master Business em Eletro Metalmecânica 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 divisão Américas; Vice-Presidente da ISTMA; 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 Castelgomberto - 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. Atualmente trabalha como engenheiro de manufatura na Agile² Consulting com foco na gestão de ferramentas de usinagem. Sócio fundador da Agile2 Consulting. Tem 7 anos de experiência em ferramentaria.
stephan@agile2.com.br. | Lattes http://lattes.cnpq.br/4440906251855760

O AÇO DO SEU MOLDE ESTÁ AQUI.

NA CONTE AÇOS VOCÊ ENCONTRA A LINHA MAIS COMPLETA E CONFIÁVEL DE AÇOS PARA MOLDES.

- ✅ Chapas laminadas e blocos forjados em aço SAE 1045
- ✅ Blocos forjados em aço P20 – 2311 / 2738 / 2711
- ✅ Blocos de até 35 toneladas (com movimentação em ponte rolante própria)

Desde 1984, uma das maiores e mais diversificadas linhas de aços do Brasil. 25 anos de expertise em pesquisar, homologar e importar as melhores opções de aço.

















ESCANEIE COM A CÂMERA DO CELULAR

CONTEAÇOS

+de 40 anos

Presente na Indústria Brasileira.

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

EXTRUSÃO DIRETA APLICADA Á OTIMIZAÇÃO DO ÂNGULO DE MATRIZES DE CONFORMAÇÃO A FRIO – APLICAÇÃO

POR **ÉDIPO DE A. DE FREITAS – LÍRIO SCHAEFFER – ANDRÉ ROSIAK – DIEGO P. WERMUTH**



O estudo do cálculo de força na extrusão direta permite entender a complexidade envolvida no dimensionamento de ferramentais para conformação a frio. Ao aplicar corretamente os modelos analíticos, é possível aumentar a vida útil dos ferramentais, melhorar a qualidade dos fixadores produzidos e reduzir os custos operacionais. O domínio destes conceitos é essencial para engenheiros e técnicos da área de conformação mecânica. Nesta edição da revista, complementando a teoria apresentada na anterior, este estudo será complementado com a apresentação de um caso prático, incluindo a aplicação de simulação por elementos finitos, permitindo a comparação entre os resultados obtidos analiticamente e o desempenho real do ferramental projetado, ampliando ainda mais a compreensão sobre a eficácia dos modelos utilizados.

MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas e abordagens empregadas para o desenvolvimento, análise e validação do novo ferramental com extrusão são apresentadas neste capítulo com a caracterização dos materiais utilizados, incluindo o aço SAE 1004, essencial para a compreensão das propriedades mecânicas e metalúrgicas envolvidas no processo.

Também são detalhadas as simulações numéricas realizadas para avaliar as modificações no ferramental, o projeto do novo design da matriz, e o acompanhamento prático do ferramental em operação. Esses tópicos estruturam a base metodológica do trabalho, garantindo a precisão e a confiabilidade dos resultados discutidos nos capítulos subsequentes.

O objetivo deste estudo é otimizar o processo de fabricação do parafuso apresentado na figura 5. O fixador é um parafuso telheiro de cabeça sextavada flangeada 1/4” x 110 mm, amplamente utilizado na construção civil.



Figura 5 - Parafuso telheiro de cabeça sextavada flangeada 1/4” x 110 mm

YG

X1 - EH

FRESA DE METAL DURO PARA USINAGEM DE AÇO ENDURECIDO.

- Fresas sólidas de metal duro com revestimento- C nano grão .
- A mais alta precisão para todos os tipos de aplicações em semi-acabamento e acabamento fino.
- A X1 possui um portfólio extenso, focado no segmento metal-mecânico. Sua ampla gama de produtos, com geometria otimizada, garante alta precisão e eficiência, destacando os produtos como referência no setor.

YG1 | Brasil
vendas@yg1.solutions
(11) 4496-2170
www.yg.solutions



Atualmente, o elemento é fabricado através de dois estágios (figura 6) de conformação a frio a partir de arames de aço baixo carbono SAE 1004. No Estágio I, é obtida a pré-forma para a etapa subsequente (Etapa II) de acabamento. A geometria obtida após esta etapa é submetida a laminação para a formação da rosca. O resultado é um parafuso com cabeça sextavada flangeada.

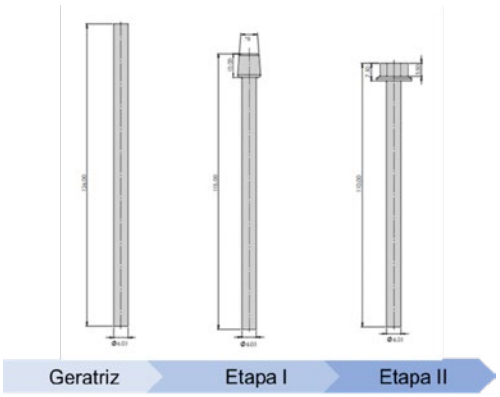


Figura 6 - Etapas de forjamento do parafuso telheiro foco deste estudo.

Para aprimorar a eficiência no consumo de matéria-prima e, consequentemente, reduzir os custos de produção, propõe-se uma nova rota de processo (figura 7). Essa alteração resulta em uma redução de 9 mm no tamanho do *blank* e uma diminuição de peso de aproximadamente 0,196 kg, equivalente a uma redução de 7%. No estágio I, que anteriormente consistia apenas em uma prensagem, agora é realizada a extrusão direta do corpo do parafuso. O fluxo de material gerado por essa etapa favorece o preenchimento da fase final de acabamento da cabeça sextavada, possibilitando a redução da dimensão inicial da geratriz.

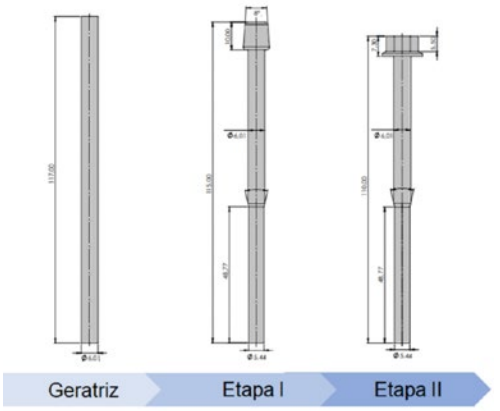


Figura 7 - Nova rota proposta para o forjamento do parafuso telheiro foco deste estudo.

O projeto desta nova etapa de conformação requer o desenvolvimento de um novo projeto de ferramental. Nas próximas seções serão apresentados os fundamentos teóricos para o desenvolvimento deste estudo.

Caracterização do aço SAE 1004

O material utilizado na fabricação do parafuso telheiro é fornecido na forma de arames fio máquina com 6 mm de diâmetro. O aço foi submetido à análise química utilizando um espectrômetro Q2ION, marca Bruker, disponível no Laboratório de Fundição (LAFUN - UFRGS). Os resultados em percentual de massa são listados na tabela 2. A composição está dentro da faixa nominal encontrada na literatura (Nayar, 2002).

Material	C	Mn	P	S
SAE 1004	0,03	0,26	0,013	0,011

Tabela 1: Composição química (% em peso) do aço SAE 1004.

A composição química do aço SAE 1004 é baseada principalmente nas especificações da *Society of Automotive Engineers* (SAE), que define as propriedades e a composição química de aços e ligas para diversos fins. A norma que regula as especificações para a composição química dos aços SAE, incluindo o SAE 1004, é a SAE J403, que especifica os requisitos para os aços carbono e suas ligas.

A avaliação microestrutural do material na sua condição original foi conduzida por meio de micrografias óticas utilizando técnicas metalográficas convencionais, abrangendo as seções transversal e longitudinal do arame. As imagens foram registradas com o auxílio de um microscópio ótico invertido da marca Olympus, modelo GX-51. O tamanho médio dos grãos ferríticos foi determinado empregando o método de interseção de linhas, conforme descrito na norma ASTM E112, com o suporte do software ImageJ®, que também foi utilizado para calcular a fração volumétrica dos microconstituintes presentes no material.

Ensaios de micro dureza foram realizados utilizando um microdurômetro, modelo *Hardness Tester* ISH-TDV 1000, fabricado pela marca Inside. Foram testadas três amostras, e a média das 10 medições em cada amostra foi estabelecida como a dureza Vickers da condição inicial.

A força de extrusão é fortemente influenciada pelo comportamento mecânico do material da peça. Para prevê-la, seja numericamente ou através de cálculos analíticos, é fundamental conhecer a curva de escoamento do material de trabalho. Informações referentes ao comportamento mecânico do material foram obtidas através de ensaios de tração uniaxial. Os ensaios foram realizados em uma máquina universal de ensaios marca Emic com capacidade de 600 kN seguindo as especificações da normativa ASTM E8/E8M-21 (ASTM, 2021). Foram utilizadas amostras lisas com comprimento útil de 50 mm.

Simulação numérica para o novo ferramental

As simulações numéricas foram realizadas utilizando o software Qform pelo método de análise por elementos finitos do processo de extrusão. Considerando a simetria axial das geometrias, foram realizadas simulações em 2D. Esta técnica de simplificação do modelo reduz a quantidade de elementos gerados e o tempo de processamento, permitindo assim, melhorar o refino de malha para aprimorar a qualidade de resultados. A tabela 2 apresenta os parâmetros mecânicos e operacionais utilizados na simulação numérica e nos cálculos analíticos. A seguir terá descrito o novo projeto de ferramental selecionado após análises numéricas a nova proposta de ferramenta.

Material da geratriz	SAE 1004
Temperatura da geratriz	20°C
Tipo de Malha da geratriz	Triangular
Material da matriz	Metal duro G-40
Material do punção	AISI H13
Material do extrator	AISI H13
Temperatura das ferramentas	20°C
Coeficiente de atrito	0,05
Máquina de conformação	Prensa excêntrica
Relação entre o raio da manivela e o comprimento da biela	0,17
Comprimento do curso	200mm

Tabela 2 - Parâmetros utilizados na simulação numérica do processo de extrusão.

Um comportamento de material elastoplástico é atribuído a geratriz que é conformada de acordo com o Critério de Escoamento de Von Mises. Os ferramentais são considerados rígidos para reduzir o esforço de cálculo. O coeficiente de atrito nas interfaces de contato é considerado constante e com valor de 0,05. Neste estudo, a máquina de conformação é uma prensa excêntrica. Os dados cinemáticos da máquina de conformação foram introduzidos no modelo.

RESULTADOS

Projeto do novo ferramental

As simulações realizadas permitiram o desenvolvimento de um novo ferramental projetado para reduzir o consumo de matéria-prima no processo. O projeto selecionado foi uma matriz de extrusão com ângulo de 11° (figura 8), o único ferramental modificado em relação ao método anterior. Os demais componentes: punção de primeira pancada, punção de acabamento, bucha e navalha de corte, permaneceram os mesmos do processo convencional, que não contemplava a extrusão.

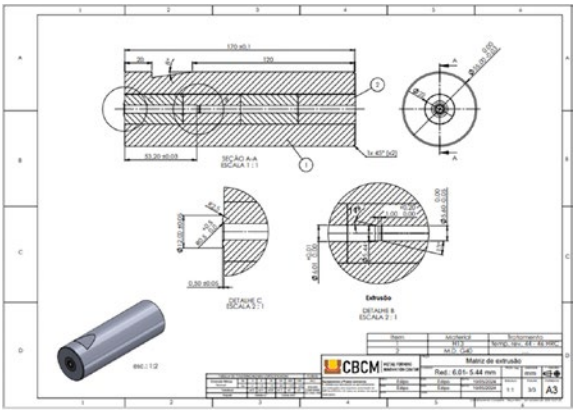


Figura 8 – Matriz de extrusão selecionada.

A escolha do ângulo de 11° foi fundamentada nos resultados das simulações numéricas (figuras 14 e 15). Nelas, esse ângulo apresentou menores valores de deformação equivalente e tensão, em comparação com as análises dos ângulos de 13° e 15°. Isso resultou em maior eficiência no processo e menor esforço aplicado à matriz, contribuindo para a longevidade do ferramental.

Definição das matérias-primas

Carcaça: aço SAE H13, por sua resistência e capacidade de suportar o tratamento térmico.

Núcleos: metal duro da classe DIN G40, por sua elevada dureza e durabilidade.

As composições químicas do metal duro G4 e do aço AISI H13 são apresentados na tabela 4 e tabela 5 respectivamente.

%WC	%Co
80	20

Tabela 3 - Composição química média do metal duro G4 (%) (Schulz, 1968).

%C	%Mn	%Mo	%Si	%Cr	%V
0,40	0,35	1,30	1,00	5,20	0,90

Tabela 4 - Composição química média do Aço AISI H13 (%) (Villares Metals, 2007).

Definição do diâmetro de extrusão

Para a definição do diâmetro de extrusão de 5,44 mm na matriz da nova proposta, utilizamos como referência as informações da tabela geral de rosca *Whitworth* – Série Normal, considerando que o produto a ser fabricado possui uma rosca de ¼". O arame utilizado no processo foi selecionado com um diâmetro inicial de 6,00 mm. O diâmetro de extrusão de 5,44 mm foi escolhido com base no intervalo definido pela tabela 6, que apresenta o diâmetro médio (d^2) de 5,54 mm e o diâmetro menor (d^1) de 4,72 mm. O valor selecionado foi considerado uma escolha intermediária e balanceada, garantindo que o processo de laminação da rosca ocorra de forma eficiente e sem problemas posteriores, atendendo às especificações do produto. Na tabela 6 estão as informações da rosca em estudo.

$\alpha = 55°$

$P = \frac{1"}{n° \text{ de fios}}$

$h = 0{,}64033 \cdot P$

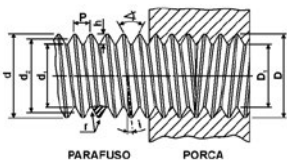
$r = 0{,}13733 \cdot P$

$d = D$

$d_1 = d - 2h$

$d_2 = d - h$

$\text{tang} \cdot i = \frac{P}{\pi d_2}$



D	d	n° fios	P	h	d^1	r	d^2
Pol	mm		mm	mm	mm	mm	mm
¼	6,35	20	1,27	0,81	4,72	0,17	5,54

Tabela 5- Rosca *Whitworth* – Série Normal.

Com base nos critérios apresentados, a definição do diâmetro de extrusão foi realizada de forma fundamentada. Essa escolha equilibrada garante a viabilidade técnica para o processo, minimizando riscos e otimizando a eficiência do trabalho.

Acompanhamento do novo ferramental

O desempenho da nova ferramenta foi monitorado ao longo de 12 meses para avaliar a eficácia do projeto de matriz com extrusão. Durante esse período, a matriz permaneceu em pleno funcionamento, estampando um total de 75 mil peças sem apresentar qualquer sinal de falha ou quebra.

Em comparação, no processo anterior, onde a matriz não utilizava o conceito de extrusão, foram produzidas 90 mil peças no mesmo período. No entanto, a matriz antiga quebrou antes do final do ciclo, evidenciando limitações em sua durabilidade e resistência estrutural.

Além de longevidade superior, a matriz com extrusão proporcionou um ganho de 7% na redução do consumo de matéria-prima. Essa economia reforça a eficácia do novo projeto, que alia sustentabilidade e eficiência operacional.

Portanto, apesar de uma ligeira redução no volume de produção em relação à matriz anterior, o novo design representa um avanço significativo ao oferecer maior confiabilidade, menor necessidade de substituições e redução de custos operacionais associados conforme indicado na tabela 7.

CONSUMO DE MATÉRIA-PRIMA

Processo	Dimensões geratriz	Peso (100 peças)
Anterior	Ø 6,00 x 126 mm	2,806 kg
Nova proposta	Ø 6,00 x 117 mm	2,610 kg
Redução por cento		0,196 kg (7%)
Processo	**Peças**	**Tempo**
Sem extrusão	90.000	12 meses
Com extrusão	90.000	12 meses

Tabela 6 - Comparativo entre os processos.

A partir da implementação e acompanhamento da nova matriz com extrusão, foi possível coletar dados relevantes que sustentam a análise do desempenho do ferramental em comparação ao processo anterior.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Caracterização metalúrgica

As figuras 9, 10, 11 e 21 mostram a microestrutura do material na condição recebida e após a conformação. A microestrutura do material é típica de aços com baixo carbono, composta por ilhas de perlita distribuídas em uma matriz ferrítica.

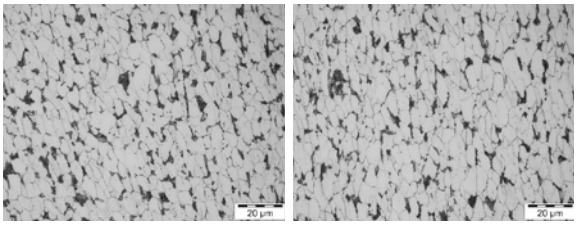


Figura 9(d) - Microestrutura do material como recebido. Figura 10(e) - Microestrutura da peça na região extrudada.

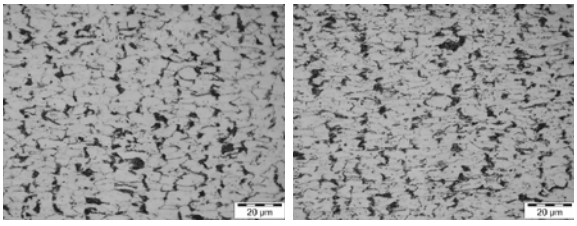


Figura 11(d) - Microestrutura na região da cabeça da pré-forma. Figura 12(e) - Microestrutura na região da cabeça da peça final.

Na condição inicial, os grãos de ferrita apresentam forma equiaxial levemente alongada pelo processo de trefilação a frio. A direcionalidade da microestrutura é ampliada com a extrusão da haste do parafuso, como demonstra a figura 10.

Na cabeça do parafuso, as operações de prensagem geram um nível acentuado de deformação que é acompanhado pelo direcionamento intenso da microestrutura como mostram as figuras 11 e 12. Ao final do processo, nas regiões de maior deformação, os grãos de ferrita tornam-se alongados. A formação desta fibragem mecânica contínua, torna os forjados componentes com propriedades mecânicas aprimoradas em relação a parafusos usinados.

Caracterização do comportamento mecânico

O coeficiente de resistência ao encruamento e o índice de encruamento são parâmetros fundamentais para descrever a relação entre o aumento da deformação plástica e a resistência do material durante processos de deformação a frio, como laminação, extrusão ou estampagem. Esses valores foram determinados por meio de testes experimentais, no caso, o ensaio de tração, que medem a evolução da tensão e deformação ao longo de diferentes níveis de deformação. A curva de escoamento do SAE 1004, obtida experimentalmente, à temperatura ambiente, é mostrada na figura 13.

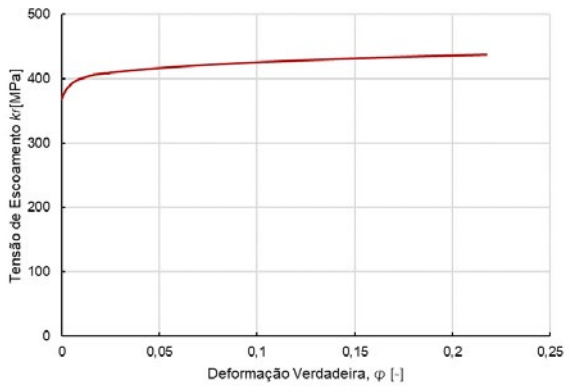


Figura 13 - Curva de escoamento do SAE 1004.

Nesta condição, o limite de escoamento do material é de 360 MPa. Os resultados foram plotados em escalas logarítmicas para determinar o coeficiente de encruamento n, e o coeficiente de resistência C. Assim, a equação de Hollomon que descreve o comportamento mecânico do material quando deformado a frio pode ser expressa por:

$$k_f = 602.\varphi^{0,12}$$

O valor 602 MPa corresponde ao coeficiente de resistência mecânica e 0,12 o coeficiente de encruamento do material. A equação permite que seja estimada a força necessária para o forjamento a frio do material, indica as propriedades mecânicas das amostras conformadas, e, ainda, possibilita a caracterização do comportamento do material através de análise numérica, por elementos finitos.

Devido especialmente ao baixo conteúdo de carbono, o aço SAE 1004 é caracterizado por uma baixa resistência mecânica. Do ponto de vista da deformabilidade isso é benéfico, uma vez que para maiores resistências as tensões necessárias para a fratura são alcançadas facilmente. A tensão de escoamento ainda determina as tensões que atuam nos ferramentais, podendo limitar a complexidade geométrica da peça, já que elementos complexos levam a um aumento da tensão, podendo exceder a resistência do material do ferramental.

As propriedades mecânicas obtidas através dos ensaios de tração são apresentadas na tabela 8. O limite de escoamento e de resistência encontrados estão muito próximos da faixa especificada na literatura. Contudo, o alongamento está abaixo dos valores comumente encontrados para o material.

Material	R_p0,2 [MPa]	R_m [MPa]	A [%]
SAE 1004	360	390	22

Tabela 7 - Propriedades mecânicas do SAE 1004 obtidas em tração uniaxial [Fonte: Autor 2024].

Os limites para os símbolos R_p (limite de escoamento), R_m (limite de resistência) e A (alongamento) do aço SAE 1004 (também conhecido como Aço Baixo Carbono ou Aço Carbono 1004) podem variar de acordo com o processo de fabricação e tratamento do material. Contudo, com base na literatura técnica e nas normas, podemos fornecer as seguintes estimativas para esse tipo de aço:

1. **R_p (Limite de escoamento)** - costuma variar em torno de 250 a 350 Mpa, dependendo do processo de fabricação (como laminação, trefilação ou conformação).

2. R_m **(Limite de resistência)** - geralmente fica na faixa de 400 a 500 MPa. Este valor corresponde à resistência máxima do material antes da ruptura, que é uma característica importante para a resistência geral da peça.

3. **A (Alongamento)** - indica a ductilidade do material e costuma ser em torno de 25% a 40% para o aço SAE 1004, dependendo da condição do material e dos tratamentos realizados.

Esses valores são relativos a médias gerais e podem variar dependendo do lote específico de aço e das condições de fabricação. Para valores exatos e específicos, recomenda-se consultar a ficha técnica do fornecedor ou realizar ensaios específicos no material em questão.

Cálculos analíticos das forças em relação aos ângulos estudados

A tabela 9 apresenta os valores de força calculados para as três condições analisadas.

Ângulo de Extrusão, α [°]	Força de Extrusão, F [kN]	Força de Extrusão, F [t]
11	23,26	2,37
13	23,75	2,42
15	24,21	2,47

Tabela 8: Efeito do ângulo de extrusão na força de extrusão [Fonte: Autor 2024].

A força de extrusão direta depende basicamente das propriedades do material, da deformação logarítmica (φ), do ângulo da matriz (α), do coeficiente de atrito (μ) e da geometria inicial da geratriz. Nas condições avaliadas apenas o ângulo da matriz e a altura não extrudada são alteradas. A altura h_k é alterada para manter o comprimento da haste do parafuso e da rosca inalterados mesmo com a mudança do ângulo de extrusão. Como os demais parâmetros não são modificados, os resultados de força calculados não apresentam grande variação.

Simulação numérica

O fluxo de material e a distribuição de tensão no processo de extrusão é altamente complexo e dependente do projeto de matriz. A influência do ângulo da matriz nas relações cinemáticas do processo foi analisada a partir das simulações numéricas.

A figura 14 mostra a distribuição de deformação equivalente após o processo de extrusão. A alteração do ângulo de extrusão modifica o comportamento do fluxo de material e como resultado a distribuição da deformação plástica também é alterada. O valor máximo de φ_{eq} variou entre 0,36 (para α=11°) até 0,54 (para α=15°).

Já a figura 15 demonstra o resultado numérico da distribuição da tensão equivalente após o processo de extrusão. Conforme o ângulo da matriz aumenta, a magnitude da tensão equivalente no material de trabalho também se eleva.

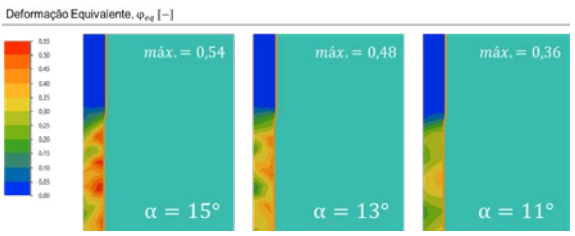


Figura 14 - Distribuição de deformação equivalente ao longo da peça extrudada.

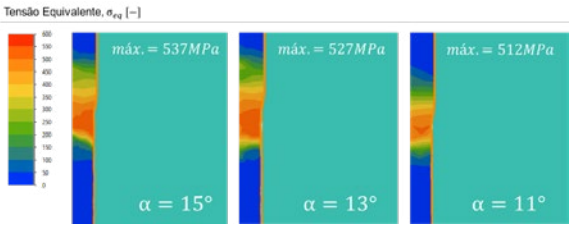


Figura 15 - Distribuição de tensão equivalente ao longo da peça extrudada.

A figura 16 mostra a variação da força de extrusão em relação ao tempo obtida por elementos finitos. O comportamento da força é típico do processo de extrusão direta. Neste processo, a força aumenta abruptamente no estágio inicial da conformação, com o punção empurrando o material através da matriz. À medida que o processo continua, a força reduz suavemente.

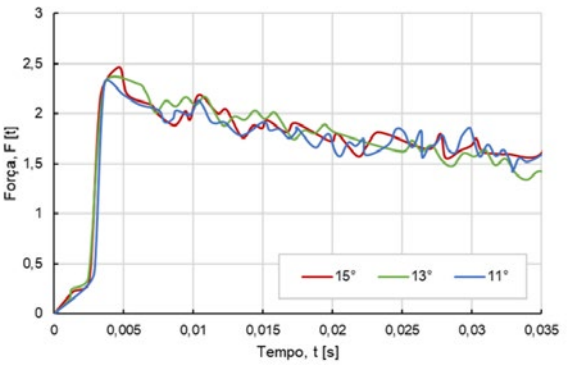


Figura 16 - Variação da força de conformação com o tempo.

Os resultados obtidos por elementos finitos convergem com os alcançados pela abordagem analítica demonstrando que a força de conformação aumenta com o aumento do ângulo da matriz. Segundo a simulação numérica, a força máxima foi de 2,49 t para α = 15º, 2,35 t para α = 13º e 2,30 t para α = 11º. O maior desvio entre as abordagens analíticas e numéricas foi de apenas 3%.

Análise econômica do processo

O custo inicial da matriz antiga era de R$ 1.800,00, enquanto o custo da nova matriz é de R$ 2.300,00. Apesar do aumento inicial no custo da matriz, a nova configuração trouxe uma economia significativa de matéria-prima, estimada em 176 kg ao longo da produção de 90 mil peças estampadas.

Além disso, até o momento, a matriz proposta não apresentou falhas ou quebras durante o monitoramento em campo, indicando uma durabilidade superior à do modelo anterior. Dessa forma, o valor total dessa otimização tende a aumentar à medida que a nova matriz continue operando sem necessidade de substituição ou reparos. Abaixo, encontra-se a

tabela 10 com os valores calculados, que detalha as diferenças de custos e os ganhos obtidos com a nova proposta.

Diante dos resultados obtidos, a análise econômica reforça a eficácia da matriz proposta, evidenciando sua superioridade tanto em termos de redução de custos quanto de durabilidade. Esses achados, aliados aos demais aspectos técnicos discutidos ao longo deste trabalho, sustentam as recomendações apresentadas.

Processo	Custo Matriz	Peso kg (100 un)	Peso kg (90.000 un)
Anterior	R$ 1.800,00	2,806	2.525
Nova proposta	R$ 2.300,00	2,610	2.349
RESULTADO		0,196 kg (7%)	176 kg

Tabela 10 - Análise econômica do processo.

CONCLUSÃO

A nova matriz de extrusão com ângulo de 11° representou um avanço significativo no processo produtivo, proporcionando benefícios técnicos e econômicos mensuráveis. Por meio de simulações numéricas e análises experimentais, demonstrou-se que a nova configuração do ferramental otimiza o fluxo de material e melhora a distribuição de tensão no processo de conformação, resultando em uma peça final com melhor desempenho mecânico e menor consumo de matéria-prima.

A caracterização metalúrgica confirmou que a microestrutura do aço SAE 1004 sofreu alterações progressivas ao longo do processo de conformação. A extrusão da haste do parafuso ampliou a direcionalidade dos grãos da ferrita, e na cabeça do parafuso, a prensagem resultou em um elevado grau de deformação, promovendo uma fibragem mecânica contínua. Esse refinamento microestrutural foi crucial para aprimorar as propriedades mecânicas do componente, tornando-o mais resistente do que peças usinadas, o que se traduz em maior confiabilidade no desempenho em serviço.

A caracterização mecânica também confirmou a viabilidade do processo de extrusão para o aço SAE 1004. O limite de escoamento de 360 MPa e a equação de Hollomon, permitiram prever com precisão a força necessária para a conformação a frio. Além disso, os resultados experimentais indicaram que o coeficiente de encruamento do material, de 0,12, favorece a conformação plástica sem comprometer a integridade do ferramental. A validação dos dados obtidos experimentalmente por meio de simulação numérica mostrou que o comportamento mecânico do material foi fielmente reproduzido, consolidando o embasamento teórico do estudo.

Os cálculos analíticos das forças em relação aos ângulos estudados revelaram que o aumento do ângulo da matriz impacta diretamente na força necessária para a conformação, mas dentro de uma faixa controlada. A força máxima variou de 2,30 t para um ângulo de 11° até 2,49 t para um ângulo de 15°, com uma variação máxima de apenas 3% entre os valores calculados analiticamente e os obtidos por simulação numérica. Esses resultados confirmam a confiabilidade da modelagem matemática utilizada no estudo e a eficácia da matriz com ângulo de 11°, que apresentou a melhor relação entre eficiência de conformação e consumo energético.



Banco de imagens: Freepik

A análise econômica do processo demonstrou que a nova matriz de extrusão, apesar de ter um custo inicial superior ao modelo anterior, proporcionou uma economia substancial de matéria-prima. A redução de 176 kg de aço ao longo da produção de 90 mil peças resultou em um aproveitamento mais eficiente dos recursos, contribuindo para a sustentabilidade do processo. Além disso, a matriz proposta não apresentou falhas ou quebras durante o período de monitoramento, o que confirma sua durabilidade superior e reduz os custos de manutenção e substituição.

Dessa forma, os resultados obtidos ao longo do estudo reforçam a relevância e a aplicabilidade da nova matriz de extrusão. A combinação de caracterização microestrutural, ensaios mecânicos, cálculos analíticos, simulação numérica e análise econômica comprova que a solução proposta não apenas melhora o desempenho do processo de conformação, como também promove um impacto positivo na redução de custos e na eficiência produtiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Escola de Engenharia da UFRGS, ao Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM) pelo uso de sua estrutura, e a instituição de fomento à pesquisa CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro ao Processo 150132/2024-7 e 141550/2025-2.

REFERÊNCIAS

[1] Altan, T.; Ngaile, G.; Shan, H. Cold and hot forging: Fundamentals and applications. ASM International, 2005.
[2] Çakmak, E. et al. Design of cold forging processes. Journal of Manufacturing Processes, v. 59, p. 343-359, 2020.
[3] Engel, U. Umformen von Metallen. Springer-Verlag, 1996.
[4] Groover, M. P. Fundamentos de manufatura moderna. 6. ed. Pearson, 2021.
[5] ICFG. International Cold Forging Group. Design rules for cold forging dies. 2002.
[6] Jin, H. et al. Coating effects in cold forging processes. Surface and Coatings Technology, 2012.
[7] Jurkovic, M. et al. Cold extrusion process modeling. Metalurgia, 2009.
[8] Lange, K. Handbook of metal forming. McGraw-Hill, 1985.
[9] Montgomery, D. C. Applied statistics and probability for engineers. Wiley, 2003.
[10] Müller, A. et al. Surface pretreatment in cold forging. CIRP Annals, 2014.
[11] Schey, J. A. Tribology in metalworking. ASM International, 1983.
[12] Tekkaya, A. E. et al. Cold forging technologies for high production rates. CIRP Annals, 2015.



Édipo de Almeida de Freitas - Doutorando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais - Processos de fabricação pela UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela UFRGS (2025) e Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Universidade Feevale (2017). Especialização em Docência Universitária no Século XXI pela Universidade Feevale (2021) e curso técnico profissionalizante em Técnico em Mecânica de Precisão pela SENAI - Departamento Regional do Rio Grande do Sul (2007). Atualmente é instrutor de Educação Profissional Técnica do SENAI - Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Processos de Fabricação.
http://lattes.cnpq.br/9992512860215845 - edipo.freitas@ufrgs.br



Lírio Schaeffer - Engenheiro Mecânico, Doutorado em Conformação Mecânica - Rheinisch-Westfalischen Technischen Hochschule de Aachen na Alemanha (1982). Professor Titular na Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS - Departamento de Metalurgia e atua no Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM), exercendo atividades principalmente nas seguintes áreas: forjamento, estampagem, metalurgia do pó, materiais biomédicos e materiais e processos para energias alternativas. Fez parte do CA-MM do CNPq durante 4 anos. Atualmente é consultor ad hoc da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), consultor do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Consultor da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e do Ministério da Ciência tecnologia e Inovações. Recebeu prêmio de Pesquisador Destaque Gaúcho pela FAPERGS em 1998 Orientou 156 Dissertações de Mestrado e 53 Teses de Doutorado. Foi Chefe do Departamento de Metalurgia/DEMET e Coordenador do Programa de Pós-graduação em Metalurgia Materiais e Minas /PPGE3M da UFRGS. Participante do Conselho Universitário /CONSUN. Foi Reitor Substituto da UFRGS por alguns dias.
http://lattes.cnpq.br/1093242836059112 - schaefer@ufrgs.br



André Rosiak - Graduado em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2018, com mestrado (2020) e doutorado (2025) em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela mesma instituição. Atualmente, é técnico metalurgista na mesma universidade. Possui ampla experiência em ferramentas CAD e CAE. Especialista em processos de fabricação, projeto de ferramentas, simulação numérica e materiais de engenharia. Tem vivência tanto no setor produtivo quanto em pesquisa e docência, com foco em pesquisas e consultorias voltadas ao controle e otimização de processos industriais.
http://lattes.cnpq.br/6858532087225201 - andre.rosiak@ufrgs.br.



Diego Pacheco Wermuth - Pós-Doutorado na área de Digitalização de Processos de Conformação Mecânica pela UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2023). Doutor em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais na área de Processos de Fabricação pela UFRGS (2020), Mestre em Engenharia Metalúrgica pela UFRGS (2015), Graduação em Tecnologia de Fabricação Mecânica (IFSUL), Técnico em Plástico (IFSUL) e formação profissional como Mecânico Multifuncional (SENAI-RS). Mais de 10 anos de experiência na área de Pesquisa e Desenvolvimento Industrial. Atualmente é o CEO na Metal Forming – Technology and Innovation, startup fundada no Grupo de Pesquisa CBCM. Atua em pesquisas na área de Processos Industriais, Machine Learning, Gêmeos Digitais, Digitalização Industrial, Inteligência Artificial e em Processos de Conformação Mecânica.
http://lattes.cnpq.br/0961968808843583 - diego.wermuth@ufrgs.br.


ABINFER
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE FERRAMENTAIS
FORTALECENDO O SETOR,
MOLDANDO O FUTURO!
Trabalhamos para:
REPRESENTAR
INCENTIVAR
E PROMOVER
O Desenvolvimento das Ferramentarias Brasileiras.
SAIBA MAIS:
WWW.ABINFER.ORG.BR

TIRE *TOOLING BENCHMARK* – OTIMIZAÇÃO DO CICLO DE DESENVOLVIMENTIO E MANUFATURA DE MOLDE PARA PNEUS RADIAIS NO BRASIL

POR **ERIK G. DEL CONTE – EDUARDO C. CECONE**

No Brasil, o modal rodoviário tem uma extensão aproximadamente 2,5 vezes maior que o do modal ferroviário e desempenha papel fundamental para o transporte terrestre de cargas e passageiros. Atualmente o país conta com 21 plantas de fabricação de pneus instaladas e, segundo esses fabricantes, não há no Brasil capacidade produtiva para atender a demanda nacional de moldes para vulcanização de pneus. Além disso, o custo de aquisição local pode ser até dez vezes maior que o de importação. O projeto *Tire-tooling Benchmark*, tem o objetivo de realizar o *benchmark* e indicar o caminho da competitividade tecnológica do molde fabricado pelas ferramentarias no Brasil por meio do projeto, manufatura e teste do demonstrador do molde na produção.

De acordo com o Anuário Estatístico de Transportes, no Brasil, o modal rodoviário tem extensão de 74.424km, enquanto o ferroviário tem 30.063km, evidenciando sua importância para o transporte terrestre de cargas e passageiros e a necessidade de produção local de pneus adequados à realidade do país, suas condições climáticas e a condições das vias [1]. A Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos - ANIP aponta que em 2024 o Brasil importou 50.173.057 unidades, 17,3% a mais que em 2023, enquanto as exportações totalizaram 10.586.097 unidades em 2024 e 10.967.914 unidades em 2023 [2].

Segundo o COMEXSTAT, em 2022 e 2023 o Brasil importou - sem a consideração de impostos, fretes e seguros - respectivamente 17,0 e 11,3 USD milhões em moldes para borracha ou plástico, para vulcanização de pneumáticos [3].

O mercado global de pneus tem relevância significativa em termos econômicos e na geração de empregos. Os dados de 2023 mostram um mercado global com faturamento de 265 bilhões de dólares com importante previsão de Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR) de 5,2% [5].

O projeto *Tire-Tooling Benchmark* segue estratégias estimuladas e habilitadas a partir das plataformas de indústria 4.0 difundidas no Fórum Econômico Mundial [6]. Ainda, reforçando essa proposta, Zhou Xiaoliang, sócio da Deloitte Consulting China para a cadeia automotiva, destaca as seguintes tendências para a cadeia automotiva [7]:

- **Localização de suprimentos:** as empresas automotivas irão desenvolver a capacidade de gerenciar os riscos da cadeia de suprimentos, intensificando o controle da fonte de suprimentos e garantindo a integridade da cadeia de suprimentos local;
- **Operação enxuta:** utilizando meios digitais e inteligentes, além de tornar os custos mais baixos, será possível aprimorar a eficiência da cadeia de suprimentos, estabelecendo operações e leiautes enxutos para cadeia de suprimentos.

Liderado por pesquisadores da UFABC em parceira com 4 unidades do SENAI e 13 parceiros industriais, com o apoio financeiro da FUNDEP - Fundação de Apoio da UFMG, Linha IV do programa Mover – Ferramentarias Brasileiras Mais Competitivas [4], o projeto *Tire-tooling benchmark* tem por objetivo otimizar o ciclo de desenvolvimento e manufatura de moldes para vulcanização de pneus radiais rodoviários no Brasil, investigando, estudando e desenvolvendo rotas de otimização da produção a partir de células produtivas especializadas, por meio de parcerias junto a instituições nacionais e internacionais.

Com as otimizações propostas, validadas experimentalmente e comprovadas as suas eficácias, pretende-se difundi-las no mercado brasileiro.

Benefícios diretos para a sociedade brasileira

O projeto contribui diretamente para a sociedade brasileira por meio da promoção da nacionalização da fabricação de moldes de pneus no Brasil. O planejamento estratégico desenvolvido no projeto promove o estudo do investimento em plantas de fabricação de moldes para

pneus nos País, onde a geração de empregos e o desenvolvimento e manufatura de novos modelos de moldes com redução do *lead time* de entrega promovem o aumento da competitividade do setor de pneus no Brasil. O projeto também contribui diretamente para a formação de pessoas no projeto, manufatura, inspeção e teste de moldes de pneus.

Resultados alcançados

Embora o projeto se encontre em desenvolvimento e suas atividades avançando, gerando conhecimento e resultados, alguns destes resultados decorrentes do projeto já são consolidados e foram apresentados/publicados em anais de congressos e apresentados em *workshops* do projeto. Entre outros ainda em desenvolvimento ou fase de conclusão destacam-se:

- ***Benchmarking* na indústria de moldes de vulcanização de pneus**
  Segundo Savordelli, L. A. et.al, o trabalho promoveu um *benchmarking* de empresas de manufatura de molde de vulcanização de pneus, por meio de busca minuciosa nos sites de 25 empresas mapeadas em levantamento. A partir da referida busca, coletaram-se dados que possibilitaram a comparação dos processos de produção, capacidades produtivas, tecnologias utilizadas, certificações etc.
  O trabalho evidenciou ainda a importância da utilização do *benchmarking* de forma estratégica, criteriosa e cuidadosa, tanto no que se refere a seleção das empresas consideradas, quanto no que se refere a seleção de padrões, parâmetros, critérios, referência e indicadores [8].

- **Seleção de materiais para moldes vulcanizadores de pneus**
  De acordo com Maschian, R. et.al, foram considerados cenários específicos para a realização da comparação entre as ligas de alumínio A356 e A319 e o aço carbono 1020 aplicadas a manufatura de moldes de vulcanização de pneus. Foram consideradas como parâmetros de estudo e critérios de decisão propriedades mecânicas como resistência à tração e alongamento, propriedades térmicas como condutividade térmica e dilatação térmica, além de dureza, densidade, resistência à corrosão, facilidade de processamento (usinagem, fundição e soldagem) e custo [9]. A partir da aplicação do método TOPSIS foi possível o ranqueamento destes materiais com base nos cenários e critérios considerados.

- **Estratégia de usinagem**
  Segundo Marcello, A. F. et.al, foi realizado o estudo comparativo de três diferentes estratégias de usinagem. No estudo foram realizadas simulações computacionais que adotaram as estratégias de usinagem denominadas *Zig-Zag* a 0º, *Zig Zag* a e Espiral com Transformação. As estratégias consideradas apresentam vantagens e desvantagens relacionadas a tempo de usinagem, custo e propriedades, como acabamento superficial/rugosidade. A figura 1 mostra a região do molde utilizada para o estudo das estratégias de usinagem CNC [10].

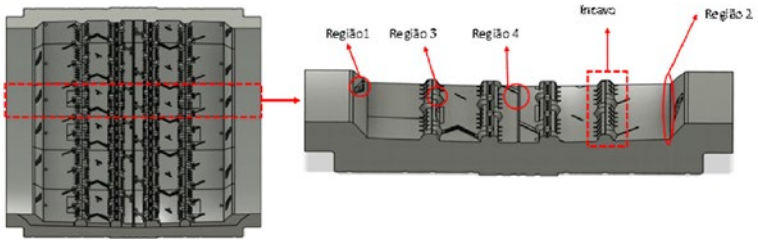
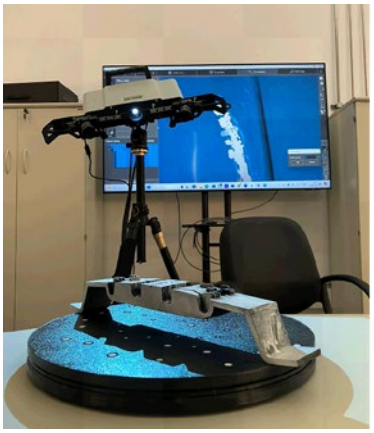


Figura 1 – Região de interesse (passo) do molde de vulcanização e regiões de destaque para análises



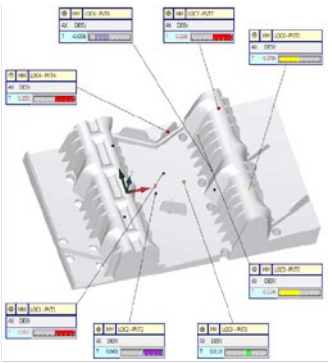


Figura 2 – Estratégia avançada de metrologia – Escaneamento 3D

- **Inspeção**
  Considerando os requisitos do produto (pneu), a inspeção visa assegurar a qualidade dimensional e geométrica do molde. As folgas entre os componentes do molde causam rebarbas no produto final e devem ser rigorosamente controladas. Como estratégia avançada de metrologia, o escaneamento 3D foi aplicado, como mostra a figura 2.

- **Montagem**
  A simulação das etapas de montagem é fundamental para garantir o correto sequenciamento e, principalmente, identificar pontos críticos relacionados à ergonomia. Com a simulação foi possível aprimorar a postura do operador e ainda o óculos de realidade virtual habilitou a imersão no ambiente 3D e interação com os objetos para aprimoramento da operação de montagem do molde. A figura 3 ilustra o modelo de simulação desenvolvido.

- **Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)**
  Segundo Calantone, R. et.al, com base nas informações de processo verificadas por meio de levantamentos realizados junto a profissionais parceiros do projeto, foi possível a criação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). O trabalho realizado evidenciou a possibilidade de visualização virtual, estudo, entendimento e simulações do processo de fabricação do segmento de moldes vulcanizadores de pneus radiais rodoviários. O projeto da planta fabril e seu respectivo leiaute é apresentado na figura 4 [11].

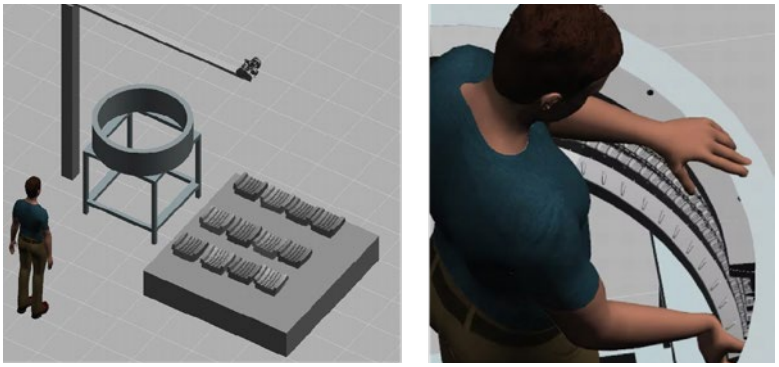


Figura 3 – Simulação computacional – imersão no ambiente 3D

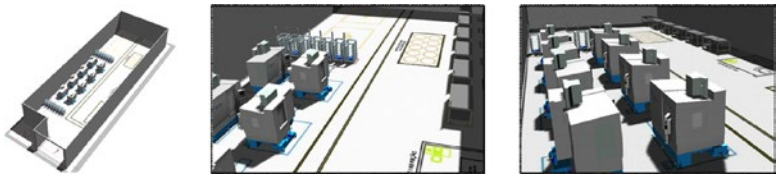


Figura 4 – Projeto da planta fabril com leiaute celular de fabricação - Simulação no software Plant Simulation [11]



Figura 5 – *Wokshop* 2 – Resultados parciais, realizado em 28/11/2024

- ***Business Intelligence***
  Consolidando os dados de manufatura, materiais e custos do projeto, foi possível o desenvolvimento de um painel de controle (*dashboard*) com inteligência de mercado para monitorar o desempenho da operação. Por meio do *dashboard* é possível calcular o efeito de mudanças nos valores de impostos, câmbio, materiais etc. e auxiliar no planejamento estratégico e tomadas de decisão.

- ***Workshops***
  Com a finalidade de disseminar os avanços e resultados do projeto, foram realizados dois os *workshops* nas dependências do SENAI *"Armando de Arruda Pereira"* – São Caetano do Sul/SP.
  Participaram dos *workshops* as empresas e instituições integrantes do projeto, instituições de formação de mão-de-obra para o setor, ferramentarias, fabricantes de pneus, montadoras, e bolsistas com pesquisas em temas aderentes. A figura 5 registra o *workshop* 2.

- **Visitas técnicas de *benchmarking***
  As visitas técnicas de *benchmarking* ocorreram no Brasil, principalmente nas empresas parceiras do projeto e no exterior, no Japão e na Alemanha. A troca enriquecedora de conhecimento contribuiu de forma significativa para os avanços do projeto.

- **Parceiros do projeto**
  É importante destacar o imperativo papel do Parque Tecnológico de Santo André na integração das empresas parceiras do projeto, assim como o apoio da Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais - ABINFER para o sucesso do projeto. Os demais parceiros são: Instituto SENAI de Inovação em Manufatura Avançada e Microfabricação, Instituto SENAI

de Inovação em Materiais Avançados e Nanocompósitos, Instituto SENAI de Tecnologia em Metalmecânica, Instituto SENAI de Tecnologia em Metalurgia, Prometeon Tyre Group, Bridgestone do Brasil Indústria e Comércio Ltda., Volkswagen do Brasil, AGCO do Brasil Soluções Agrícolas Ltda, ABINFER – Associação Brasileira da Indústria de Ferramentais, Ferramentaria Gaspec, Factools Ferramentaria e Usinagem, Polimold Industrial, Lopes Metal Mecânica, Ysmec Manutenção de Máquinas, CS CAD CAM Serviços de Software, Fundição São Francisco e Empresas ICON.

Considerações finais

O projeto *Tire-Tooling Benchmark* é atualmente o único projeto de pesquisa no Brasil que investiga a cadeia de manufatura de moldes para pneus e integra empresas e ICTs com resultados promissores.

O conhecimento adquirido em projeto, manufatura e testes de moldes para pneus contribuiu para o aprimoramento na formação de pesquisadores com importante troca de conhecimento com as empresas parceiras do projeto.

Considerando os protótipos já desenvolvidos e em andamento, o projeto pode consolidar como referência para o planejamento estratégico da manufatura de moldes para pneus no Brasil.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado no projeto *Tire-Tooling Benchmark*, liderado por pesquisadores da UFABC em parceira com 4 unidades do SENAI e 14 parceiros industriais, com o apoio financeiro da FUNDEP - Fundação de Apoio da UFMG – Linha IV – Ferramentarias Brasileiras Mais Competitivas – Programa Prioritário do Mover (Mobilidade Verde e Inovação).

A publicação deste artigo foi autorizada pela Revista Eletrônica PesquisABC que possui o registro ISSN 2675-1461. Informativo de Pesquisa Científica da Universidade Federal do ABC, Edição nº 39 - Agosto de 2025. ■

REFERÊNCIAS

[1] Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL) – Anuário Estatístico, 2024. Disponível em: https://ontl.infrasa.gov.br/paineis-analiticos/painel-anuario-estatistico/. Acesso em: 11/04/2025.
[2] Associação Nacional da Industria de Pneumático (ANIP) – Anuário Estatístico, 2024. Disponível em: https://www.anip.org.br/anip-em-numeros/publicacoes/. Acesso em: 11/04/2025.
[3] Sistema oficial para extração das estatísticas do comércio exterior brasileiro de bens (COMEXSTAT), 2025. Disponível em: https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home. Acesso em: 11/04/2025.
[4] A Linha IV – Ferramentarias Brasileiras Mais Competitivas – Programa Prioritário do Mover - Mobilidade Verde e Inovação. Mover - Fundep. 2025. Disponível em: https://www.anip.org.br/anip-em-numeros/publicacoes/. Acesso em: 11/04/2025.
[5] Market reports – Smithers, 2025. Disponível em: https://www.smithers.com/services/market-reports. Acesso em: 11/04/2025.
[6] World Economic Forum. Are you ready for the technological revolution?. 2015. https://www.weforum.org/agenda/2015/02/are-you-ready-for-the-technological-revolution. Acesso em: 27/09/2022.
[7] Delloite. Perspectivas do mercado automobilístico da China para 2022. 2022. https://www2.deloitte.com/cn/zh/pages/consumer-industrial-products/articles/automobile-market-outlook-2022.html. Acesso em: 26/09/2022.
[8] Savordelli, L. A. et.al (2024). Benchmarking na indústria de moldes de vulcanização de pneus do Brasil com outros países. In: XXXI SIMPEP – Inteligência Artificial na Gestão de Operações: Limitações e Possibilidades, 2024. São Paulo, SP, Brasil.
[9] Maschian, R. B. G. et.al (2024). Seleção de materiais para moldes vulcanizadores de pneus pelo método Topsis. In: 20º Seminário de Moldes, Matrizes e Ferramentas, parte integrante da ABM Week 8ª edição, 2024. São Paulo, SP, Brasil.
[10] Marcello, A. F. et.al (2024). Estudo comparativo de estratégias de usinagem 3 eixos para moldes de vulcanização de pneus radiais rodoviários. In: 24° CONEMI – Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial, 2024. Manaus – AM – Brasil.
[11] Calantone, R. et.al (2024). Aplicação do MFV (Mapeamento Do Fluxo De Valor) na construção de uma fábrica de manufatura de moldes vulcanizadores. In: 24° CONEMI – Congresso Internacional de Engenharia Mecânica e Industrial, 2024. Manaus – AM – Brasil.



Erik Gustavo Del Conte - Engenheiro de controle e automação com mestrado e doutorado em engenharia de produção pela Universidade Metodista de Piracicaba e período sanduíche na Universidade Técnica de Berlim, Instituto de Máquinas-ferramentas e de Técnicas de produção (IWF) vinculado ao programa CAPES/DFG - BRAGECRIM. Trabalhou no suporte de projetos de pesquisa para a indústria no Instituto Fraunhofer de Sistemas de Produção e Tecnologia de Design (IPK), Berlim. Coordenou projetos de pesquisa financiados pelo CNPq (Universal), FAPESP e pela indústria. Revisou projetos das agências de fomento Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC), FAPESP e FINEP. Revisor de diversos periódicos internacionais. Foi pesquisador visitante no Laboratório de automação da manufatura (LURPA) da ENS Paris-Saclay, Cachan e no instituto IWF da TU Berlim. Foi supervisor de pós-doutorado. Tem interesse em pesquisa sobre tecnologias e sistemas de fabricação, manufatura aditiva, gestão e sustentabilidade na manufatura. Atualmente é Professor Adjunto na UFABC - Universidade Federal do ABC onde é coordenador do laboratório interdisciplinar de manufatura. Foi coordenador do programa de Doutorado Acadêmico Industrial (DAI).
https://orcid.org/0000-0002-3999-7448 - erik.conte@ufabc.edu.br



Eduardo Christiano Cecone - Pesquisador colaborador da Universidade Federal do ABC, dedica-se às atividades de pesquisa, ensino e extensão nas áreas de: engenharia, engenharia de produção, engenharia mecânica, processos de fabricação, manufatura aditiva, indústria 4.0, economia circular, segurança do trabalho e ergonomia. Possui graduação em Engenharia de Materiais - Ênfase em Metais e Polímeros. Especialista em Qualidade e Produtividade e Gestão de Projetos. Mestre e Doutor, realizou Pós-Doutorado no Projeto Tire-tooling benchmark.
http://lattes.cnpq.br/8374161318607164 - https://orcid.org/0000-0001-6276-352X - eduardo.christiano@ufabc.edu.br

COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA INTERNA EM MOLDES DE ROTOMOLDAGEM DE DIFERENTES MATERIAIS E MÉTODOS CONSTRUTIVOS

POR **CARLOS A. COSTA – ALEXANDRE F. MICHELS – DEIVES R. BARETA ROBERTO R. BETTONI – GERSON L. NICOLA – YUKIO SHIGAKI**

A rotomoldagem é um processo de transformação de polímeros que consiste na obtenção de peças a partir de pós termoplásticos, geralmente em um molde metálico oco que gira em baixas rotações e é submetido a aquecimento controlado. Durante o ciclo, o material polimérico, em forma de pó micronizado, funde-se gradativamente, aderindo às paredes internas do molde, solidificando-se em seguida durante o resfriamento, até que o produto seja extraído (Crawford; Throne, 2002). Tradicionalmente, a técnica é reconhecida pela fabricação de produtos ocos, de grande porte, com menor exigência técnica e em baixa escala de produção. No entanto, avanços tecnológicos e a crescente demanda por soluções industriais diversificadas têm ampliado significativamente sua relevância, consolidando-a como uma alternativa competitiva em diversos segmentos industriais, como o automotivo, agrícola, naval e de bens de consumo (Gupta; Pradeep, 2018). Trata-se de um processo muito diferente dos processos tradicionais de processamento de polímeros como injeção, extrusão ou sopro. Contudo, em certos nichos de produção de peças poliméricas trata-se do único processo viável economicamente, como por exemplo a produção de reservatórios de água de maior capacidade. Sob a ótica global, observa-se que esse processo tem migrado nos últimos anos para a produção de peças mais técnicas com aplicações na indústria automotiva e naval.

Neste processo, o molde que dá a forma final para a peça é produzido na forma de uma casca, normalmente por três rotas de fabricação: usinagem direta sobre um bloco de alumínio, interna e externamente; fundição de alumínio por meio de moldes em areia; e corte, conformação e soldagem de chapas de aço.

Estas três rotas de fabricação para a construção de moldes são percebidas em empresas sejam nacionais, sejam internacionais em países da Europa, Estados Unidos e Índia. Os materiais utilizados devem possuir boas propriedades de condutividade térmica e de resistência estrutural, o que é importante para o ciclo de rotomoldagem (Ogila et al., 2017). A escolha por um ou outra rota de fabricação depende de alguns fatores como o tamanho da peça, a forma geométrica e nível de precisão dimensional, o acabamento superficial do componente final, número de peças a serem produzidas, além do número de partes necessárias do molde. O processo de fabricação do molde por usinagem direta sobre um bloco de alumínio, normalmente faz uso da liga de alumínio SAE 5083, e é utilizado para a produção de componentes que exigem bom acabamento externo e precisão geométrica e dimensional. No processo de fabricação de moldes fundidos em areia é utilizado, normalmente, a liga de alumínio SAE 329, e é aplicado a peças maiores que ainda requerem alguma precisão dimensional e de forma. Trata-se de um processo mais crítico quanto ao controle na formação de vazios e defeitos na superfície interna do molde. Contudo, dependendo dos aspectos dimensionais pode ser economicamente mais viável que o primeiro. Finalmente, o processo de fabricação por meio de corte, conformação e soldagem de chapas de aço, normalmente o equivalente a ASTM A36 (S235, S275JR, S335JR – Norma EN), é escolhido no caso de peças de grandes dimensões onde o peso total do molde e sua resistência estrutural passa a ser um elemento mais crítico. Contudo, pela natureza de seu processo de fabricação, as peças produzidas por meio destes tipos de moldes possuem menos exigências quanto a acabamento e precisão dimensional e de forma. Enquanto os moldes produzidos com chapa possuem uma espessura em torno de 2,5-3 mm, os produzidos com alumínio possuem espessuras na faixa de 8-10 mm. Isso permite uma equivalência na questão de transferência de calor.

Estas diferentes formas de produzir um molde de rotomoldagem associadas as exigências de controle de qualidade em peças rotomoldadas são aspectos chave para a produção de peças com boa e homogênea resistência mecânica. Tradicionalmente este controle baseia-se em ensaios destrutivos e análises visuais, avaliando propriedades como resistência ao impacto, presença de bolhas na espessura da parede e características superficiais (Sperling, 2003). Contudo, esses ensaios possuem limitações uma vez que só podem ser realizados após a fabricação da peça exigindo assim alguns ciclos de processo e consumindo um tempo de máquina acima do necessário.

Uma forma alternativa e mais precisa de realizar este controle é o monitoramento da temperatura interna do molde durante o processo, o que permite melhor entendimento do processo interno de transformação do polímero (plastificação) podendo ser utilizado para a definição dos parâmetros de preparação da máquina e do ciclo de processo. O parâmetro mais utilizado nesse monitoramento é a temperatura máxima do ar interno, ou seja, PIAT (*Pick Internal Air Temperature*), a qual constitui um indicativo direto da qualidade da fusão e da cura do polímero (Shukla; Kumar, 2019). A determinação e o acompanhamento do PIAT, por meio de sistemas de medição sem fio acoplados ao molde, permitem a otimização do ciclo de aquecimento e resfriamento, reduzindo desperdícios e garantindo maior reprodutibilidade do processo.

Este artigo apresenta um estudo, promovido dentro do Projeto Melhorias no projeto, fabricação e montagem de moldes de tanques rotomoldados, apoiado pelo programa Rota 2030 – Linha IV, onde moldes produzidos com diferentes rotas de fabricação foram analisados quanto a aspectos de custos (Costa et al., 2025) e quanto as diferenças relativas as curvas de temperatura do ar interno no molde (PIAT), foco deste trabalho.

ENTENDENDO A IMPORTÂNCIA DO PIAT

O PIAT (temperatura de pico do ar dentro do molde) corresponde à temperatura máxima do ar na cavidade do molde durante a etapa de aquecimento no processo de rotomoldagem. Trata-se do parâmetro mais confiável para indicar a quantidade efetiva de energia absorvida pelo sistema polimérico, estando diretamente relacionado à fusão e coalescência das partículas, à eliminação de bolhas, à degradação superficial e às propriedades mecânicas finais da peça (Crawford, 1996). De maneira prática, o PIAT ótimo situa-se ligeiramente abaixo da temperatura de início da degradação da superfície interna do polímero. A sua determinação, geralmente realizada de forma empírica ou estatística para cada material e



geometria de peça, permite reduzir a variabilidade do processo e minimizar retrabalhos (Crawford, 1996).

A figura 1 apresenta um gráfico típico da PIAT x tempo de processamento, destacando os pontos considerados críticos desta curva, a saber:

- Ponto A: início da plastificação, geralmente em torno de 100°C para o polietileno, quando as partículas começam a aderir à parede do molde;
- Ponto B: fusão completa do polímero. Nesta fase, a absorção de calor pelo material reduz a taxa de aumento da temperatura do ar;
- Ponto C: temperatura máxima registrada (PIAT), momento em que o polímero já está aderido à superfície do molde;
- Ponto D: solidificação completa, quando ocorre liberação de calor latente devido à cristalização.

Após o ponto D, observa-se ainda uma alteração na inclinação da curva de resfriamento, indicando a separação do polímero da parede do molde e a formação de uma camada de ar isolante, a qual reduz a eficiência da transferência de calor. O controle adequado dessa trajetória térmica é determinante para garantir peças com mínima presença de bolhas e propriedades mecânicas otimizadas (Crawford, 1996; Crawford, 2003; Spence e Scott, 2003).

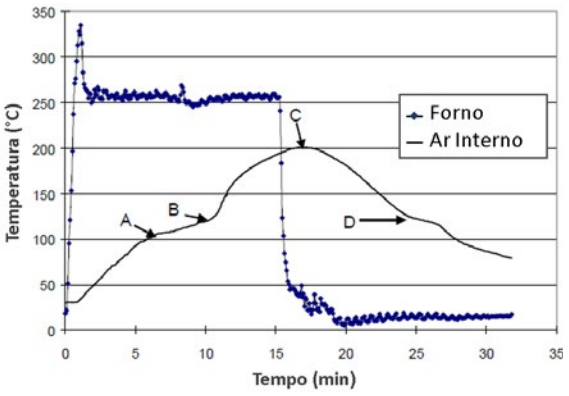


Figura 1 - Exemplo de gráfico típico do PIAT versus o tempo de processamento [Fonte: adaptado de Spence e Scott (2003)]

O processo mais usual de medição do PIAT consiste na inserção de um termopar pelo respiro (vent) do molde, com a ponta posicionada na cavidade interna. A outra ponta deste sensor é conectada a um transmissor sem fio, que fica localizado em um recipiente protegido, isolado e refrigerado. Todo este sistema fica fixo no platô da máquina, dentro do forno de aquecimento durante o processo, e seus dados são recebidos por um dispositivo receptor acoplado a um computador que fica distante da máquina. O sistema registra em tempo real a curva de temperatura do ar interno destacando pontos de fusão e solidificação. Soluções comerciais oferecem estes tipos de dispositivos, entre elas pode-se citar: RotoLog (Ferry Industries - US), K-Pac (493K-UK), Rotomaxi-Datalog (Rotomaxi-Brasil). No caso deste trabalho o sistema utilizado foi o Rotomaxi-Datalog.

MÉTODO DE ESTUDO

A peça definida para este estudo foi um vaso de pressão (figura 2). O material selecionado foi o Polietileno linear de baixa densidade (PELBD), específico para rotomoldagem (Canada Plast - Preto 1070), de índice de fluidez de 5g/10min e densidade de 0,957 g/cm³. As dimensões externas da peça são 244,0 mm de comprimento e 144,2 mm de diâmetro.

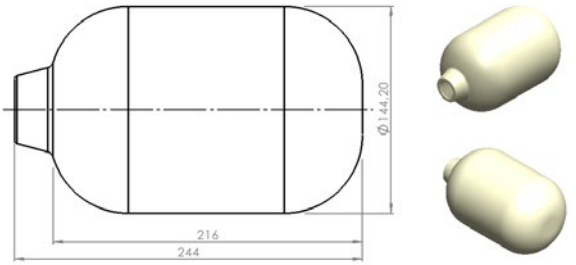


Figura 2 - Produto Vaso de Pressão definido para o estudo experimental [Fonte: O autor, 2025]

Para a produção desta peça, três conjuntos moldantes com diferentes rotas de fabricação foram produzidos, sendo elas usinagem CNC de alumínio SAE 5083, fundição de alumínio SAE 329 e conformação e solda de chapas de aço ASTM A36. A figura 3 apresenta as cavidades produzidas em cada rota de fabricação.

As cavidades foram montadas em dispositivos individuais (frames) projetados e produzidos de forma



Figura 3 - Cavidades moldantes produzidas com diferentes materiais e rotas de fabricação: 1) Alumínio SAE 5083 usinado; 2) Alumínio Fundido SAE 329; 3) Aço SAE 1010 conformado [Fonte: Autor, 2025]

comum para os três casos. Os testes foram feitos na empresa Plast K (Caxias do Sul, RS) em uma máquina rotomoldadora da marca Rotoline tipo Shuttle, modelo DC 2.50 XT. Na figura 4 estão apresentadas as fixações de cada um dos conjuntos moldantes no platô da rotomoldadora, com o sistema de monitoramento de temperatura também montado sobre o platô da máquina. Para o experimento priorizou-se um distribuição que permitisse uma distribuição simétrica dos conjuntos sobre o platô da máquina.

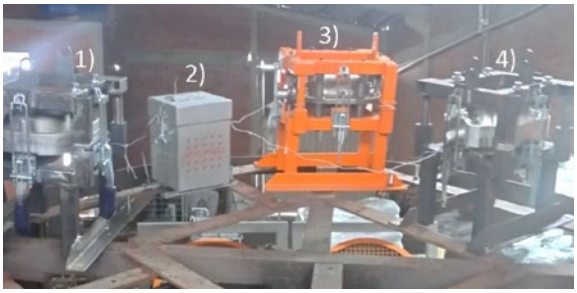


Figura 4 - Disposição e fixação dos conjuntos moldantes e sistema de aquisição de dados no platô da rotomoldadora: 1) Cavidades fundidas; 2) Sistema de aquisição de dados; 3) Cavidades de aços; 4) Cavidades usinadas [Fonte: Autor, 2025]

O sistema de aquisição de dados utilizado (figura 5) possui capacidade para a coleta de quatro termopares simultaneamente. Assim, foi utilizado um termopar para cada molde e um para a medição da temperatura do forno.

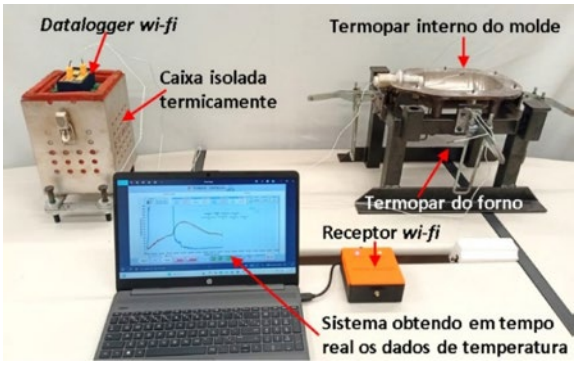


Figura 5 - Sistema de monitoramento das temperaturas do processo [Fonte: Autor, 2025]

O termopar da saída 1 foi destinado ao monitoramento da temperatura do forno. O termopar da saída 2 foi destinado ao monitoramento da temperatura do molde de alumínio usinado, o termopar 3 para o molde de alumínio fundido e o termopar 4 para o molde de aço conformado. Foram realizadas três bateladas com os três moldes simultaneamente. A quantidade de material, isto é, PELBD, para todos os casos foi de 600g em cada molde. As peças obtidas foram devidamente identificadas com o número do molde e a batelada.

Na próxima seção são apresentados e discutidos os resultados comparativos, considerando-se a segunda batelada realizada, que possuía como parâmetros: Temperatura do forno de 300oC; Tempo de forno de 15 minutos; Tempo de resfriamento de 24 minutos e; Atraso do Resfriamento de 4 minutos.

RESULTADOS DO TRABALHO

01 Curvas PIAT obtidas para os moldes estudados

A figura 6 apresenta o gráfico das curvas PIAT para cada um dos moldes e para a temperatura interna do forno. Observa-se que com o tempo definido de 15 minutos foi suficiente para que o material tenha completado a plastificação ainda dentro do forno (pontos A e B do gráfico). Nestas condições o PIAT dos três moldes atingiu os 200°C, porém observa-se que a curva do molde de chapa de aço conformada (cor amarela) atingiu o PIAT em menor tempo. Em seguida, em uma taxa constante as curvas dos três moldes foram reduzindo suavemente até o início do

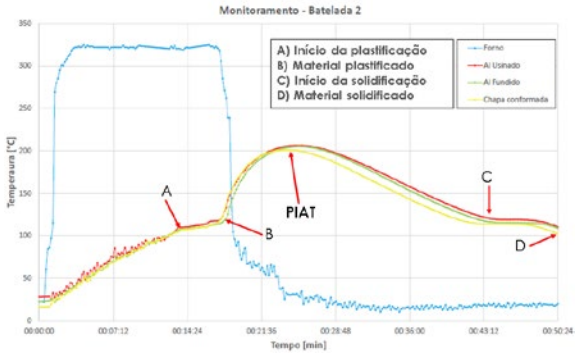


Figura 6 - Monitoramento da batelada 2 [Fonte: Autor, 2025]

processo de solidificação e a desmoldagem. Os três moldes tiveram um comportamento de curva muito similar.

A figura 7 apresenta de forma mais detalhada o comportamento das curvas onde fica mais evidente que o PIAT do molde em aço conformado foi atingido em menor tempo (23 min e 50s) enquanto o PIAT do molde alumínio fundido em 25 min e 10s e o PIAT do molde de aço usinado em 25 min e 30s. O motivo dessas diferenças é resultado da taxa de fluxo de calor do material da cavidade pela sua espessura. As cavidades moldantes, como foram fabricadas por diferentes métodos, possuem diferenças na espessura da parede, sendo o molde de alumínio usinado com 8,00 mm; o molde de alumínio fundido com 7,70 mm; o molde de aço conformado com 2,35 mm.

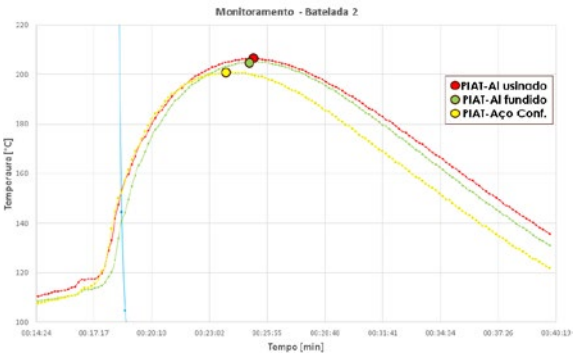


Figura 7 - Monitoramento da batelada 2, dados próximos ao PIAT [Fonte: Autor, 2025]

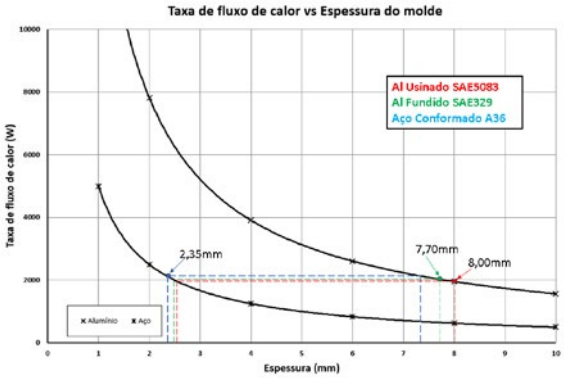


Figura 8 - Taxa de fluxo de calor pela espessura [Fonte: Adaptado de Crawford, 2002]

Na figura 8 são apresentadas as curvas de taxa de fluxo de calor (eixo Y) para os materiais alumínio e aço em função das espessuras (eixo X) (Crawford, 2002).

Desta forma, para que se possa obter taxas de fluxo de calor iguais, visando obter uma curva igual de PIAT, deverá haver uma correspondência com relação as espessuras. Por exemplo, segundo a relação apresentada, uma espessura de 8,00 mm no alumínio representaria uma espessura equivalente de 2,60 mm na chapa de aço. De forma oposta, a espessura de 2,35 mm da chapa de aço corresponderia a uma espessura de 7,30 mm no alumínio, se a mesma taxa de fluxo de calor fosse almejada. Isto, de certa forma, justifica as diferenças das curvas obtidas entre os três moldes.

02 Características visuais, de forma e dimensionais das peças obtidas

A figura 9 apresenta uma amostra de peça para cada um dos conjuntos moldantes. Observa-se que as maiores diferenças entre essas peças ficaram no aspecto visual e dimensional. Quanto aos aspectos visuais a peça obtida no conjunto usinado em alumínio apresentou um melhor acabamento superficial, com uma superfície lisa e brilhante (figura 9-1), como era esperado. A peça obtida no conjunto fundido apresentou um aspecto mais opaco e áspero (figura 9-2). Já a peça obtida no conjunto de aço conformado apresentou cópia das imperfeições oriundas do processo de soldagem usado para a união das chapas (figura 9-3). Porém, também apresentou uma superfície brilhosa.

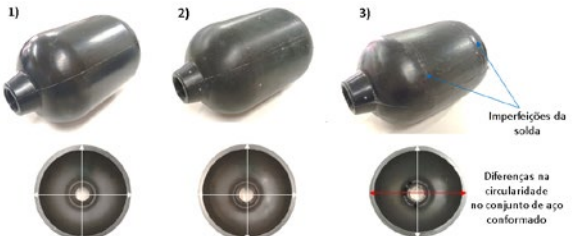


Figura 9 - Peças produzidas com os três tipos de moldes: 1) Alumínio usinado; 2) Alumínio fundido; 3) Aço conformado [Fonte: Autor, 2025]

As dimensões lineares medidas nas amostras apresentaram um comportamento esperado para esse tipo de processo e tipo de polímero (PELBD). A literatura cita uma faixa entre 2% e 3,5% (Kehui Mold, 2025), sendo que a contração média obtida foi de 3,4%.

Um ponto a ser ressaltado foi quanto as dimensões da peça do conjunto de aço conformado, especificamente com relação a circularidade, que foi resultado das imperfeições durante o processo de fabricação do conjunto moldante (figura 9-3). Nas peças obtidas nos outros conjuntos a circularidade encontrada ficou dentro das tolerâncias geométricas para esse tipo de produto e processo.

CONCLUSÕES

A medição da temperatura do ar dentro do molde durante todo o ciclo de moldagem fornece um meio direto de controle do processo, e permite que as propriedades das peças acabadas sejam otimizadas através de correlações diretas com as condições do processo. O monitoramento do grau de cura tem o potencial de fornecer um indicador de controle de processo confiável, que se correlaciona com métodos tradicionais de avaliação da qualidade da peça final e a medição do PIAT fornece um valor razoavelmente genérico, que pode ser usado como um indicador de controle de processo para uma ampla faixa de espessuras de parede da peça.

Contudo, considerando o desafio de produtividade (maior número de moldes) quando do processamento de uma batelada, fica evidente que o uso de moldes de alumínio e aço podem ser utilizados conjuntamente, caso sejam respeitadas, de forma rigorosa, as relação entre as espessuras destes moldes, resultando assim em taxas de fluxo de calor equivalente. ■

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Mover, Linha IV, pelo financiamento ao projeto melhorias no projeto, fabricação e montagem de moldes de tanques rotomoldados (27194.02.01/2022.02-00), bem como as empresas Xalingo AS, Icon Matrizes e Moldes, Modelação Feuser e a UCS - Universidade de Caxias do Sul, pelo apoio no desenvolvimento e fabricação das ferramentas de rotomoldagem e a empresa Plast-K do Brasil pela produção das amostras.

REFERÊNCIAS

[1] Costa, C. A.; Nicola, G. L.; Bareta, D. R.; Bettoni, R.R.; Estudo comparativo de rotas de fabricação para produção de moldes para rotomoldagem. 13º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, ABCM. Maio, 2025, Salvador, BA.
[2] Coutinho, F. M. B. et al.; Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2003. DOI: https://doi.org/10.1590/S0104-14282003000100005.
[3] Crawford, R. J.; Recent advances in the manufacture of plastic products by rotomoulding. Journal of Materials Processing Technology, v. 56, n. 1-4, p. 263-271, 1996. DOI: https://doi.org/10.1016/0924-0136(95)01850-0.
[4] Crawford, R. J.; Kearns, M. P.; Practical guide to rotational moulding. Shawbury: Smithers Rapra, 2003.
[5] Crawford, R. J.; Throne, J. L.; Rotational moulding technology. 2a Edição. Boca Raton: CRC Press, 2002.
[6] Gupta, A.; Pradeep, D.; Advances in rotational moulding of polymers. Polymer Engineering & Science, v. 58, n. 3, p. 345-360, 2018. DOI: https://doi.org/10.1002/pen.24662.
[7] Kehui Mold Co. Limited.; Plastic shrinkage rate chart. Kehui Mold. Disponível em: <https://kehuimold.com/plastic-shrinkage-rate/>. Acesso em: 16 set. 2025.
[8] Ogile, K. O. et al.; Rotational molding: A review of the models and materials. Express Polymer Letters, v. 11, n. 10, p. 778–798, 2017. DOI: https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2017.75.
[9] Shukla, S.; Kumar, V.; Thermal characterization and process optimization in rotational molding. Journal of Applied Polymer Science, v. 136, n. 12, p. 47215, 2019. DOI: https://doi.org/10.1002/app.47215.
[10] Spence, A.; Scott, A.; Rotational moulding process control. ANTEC Conference Proceedings, 2003.
[11] Sperling, L. H.; Introduction to physical polymer science. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.



Carlos Alberto Costa - Engenheiro Mecânico e Doutor em Manufacturing Engineering pela Loughborough University (UK). Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Caxias do Sul, Professor do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica e do Programa de Pós-Graduação em Administração (Mestrado e Doutorado) da Universidade de Caxias do Sul. Atua em projetos de inovação e pesquisas, em parceria com empresas, nas áreas de moldes de injeção de polímeros e alumínio, modelagem de informações, processo de desenvolvimento de produtos, impressão 3D, Tecnologias Assistiva e biomecânica.
https://lattes.cnpq.br/4764885168130450 - cacosta@ucs.br

Alexandre Fassini Michels – Engenheiro Mecânico com doutorado em Ciências dos Materiais PGCIMAT/ UFRGS e Pós-Doutorado no Instituto de Física da UFRGS (2005). Pesquisador Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq e Professor da Coordenador do Programa Pós-Graduação da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atua na orientação de doutorado e mestrado dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Ciência dos Materiais (PPGMAT). Tem experiência na área de Engenharia de Superfície através revestimentos via Dip e Spin Coating, PVD, CVD e PECVD e suas técnicas de caracterizações.
http://lattes.cnpq.br/6353693175098098 - afmichels@ucs.br

Deives Roberto Bareta – Mestre em Ciências e Engenharia de Materiais pela Universidade de Caxias do Sul (2007). Tem formação em engenharia mecânica e domínio de ferramentas de CAD, CAE, CAM além de conhecimento técnico no projeto, modelagem e desenvolvimento de moldes de injeção. Conhecimento prático em manuseio de moldes de injeção, como montagem e desmontagem de moldes e pré-ajuste de moldes em injetoras. Conhecimento em moldes híbridos para fabricação de produtos protótipos ou baixos volumes de produção, prototipagem rápida, usinagem e dispositivos mecânicos.
http://lattes.cnpq.br/4349667454166542 - drbareta@ucs.br

Roberto Rihl Bettoni – Engenheiro Metalurgista pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1997). Cursando atualmente Química Licenciatura pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Envolvido no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid). Foi bolsista no projeto de "Melhorias no projeto, fabricação e montagem de moldes para tanques rotomoldados" (Programa ROTA 2030). Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em Engenharia de Materiais e Metalúrgica. Atuou profissionalmente como empresário na indústria de equipamentos para o mercado do plástico.
http://lattes.cnpq.br/7355255716404024 - rrbettoni@ucs.br

Gerson Luis Nicola – Engenheiro Mecânico, Bacharel em Administração de Empresas e Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade de Caxias do Sul (2008). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em sistemas CAD/CAM e CNC, com vivência em processos de usinagem. Colaborador em projetos de pesquisa, tais como a integração de sistemas CAE/CAD/CAM, ferramentas de corte para a fabricação de moldes e matrizes, manufatura integrada por computador e Rotomoldagem.
http://lattes.cnpq.br/0359796678067270 - glnicola@ucs.br

Yukio Shigaki – Engenheiro Naval e Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG. Professor Titular do CEFET-MG, Departamento de Engenharia Mecânica, atua no curso de graduação e de mestrado stricto sensu em Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais, Metalúrgica e Mecânica, com ênfase em conformação mecânica, atuando principalmente nos seguintes temas: método dos elementos finitos, laminação de produtos planos e não-planos, projetos mecânicos e componentes mecânicos, processo de rotomoldagem e redes neurais artificiais. É líder do Grupo de Pesquisa de Mecânica Computacional Aplicada.
https://lattes.cnpq.br/5952970584364630 - yukio.shigaki@cefetmg.br

EFICIÊNCIA NA MANUTENÇÃO DE FERRAMENTAIS DE ESTAMPAGEM COM SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

POR **ELEN C. O. SOARES**

A conformação metálica é um processo fundamental na indústria de manufatura, especialmente nos setores automotivo, aeroespacial e metalúrgico, por permitir a fabricação de componentes com alta resistência, precisão dimensional e alto volume de produção. Esse processo consiste na transformação da geometria de chapas metálicas por meio da aplicação de tensões controladas, promovendo alterações em suas propriedades mecânicas (como resistência, dureza e ductilidade) sem comprometer a funcionalidade estrutural da peça.

Na estampagem, a qualidade e a robustez dos ferramentais de conformação são essenciais para manter a eficiência na produção, já que são submetidas diariamente a milhares de ciclos que aceleram o desgaste por pressão, atrito entre superfícies e variações de temperatura. Esses fatores podem comprometer a estabilidade dimensional das peças, exigindo ajustes frequentes para garantir os padrões de qualidade.

Dentro desse contexto, um dos principais desafios é realizar a manutenção sem comprometer a produtividade, já que, em muitos casos, ela é feita de forma empírica, baseada na experiência dos operadores e em sucessivas tentativas de ajuste. Isso leva a paradas frequentes, retrabalho e desperdício de material, prolongando o tempo de intervenção em um ambiente que depende fortemente da disponibilidade dos equipamentos para atender o volume de fabricação estabelecido pelo time de PCP (Planejamento e Controle da Produção). Como consequência, há impacto direto no OEE (*Overall Equipment Efficiency*), gerando atrasos e custos adicionais.

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Visando superar os obstáculos relacionados ao tempo de manutenção, o uso de tecnologias de simulação computacional tem se mostrado uma alternativa eficaz para antecipar pontos críticos e propor soluções com maior precisão. Entre essas tecnologias, destaca-se o AutoForm, reconhecido como um dos principais programas de simulação computacional no setor de conformação e montagem de conjuntos de chapas metálicas. Inicialmente desenvolvido para apoiar a fase de engenharia, o programa teve sua aplicação expandida significativamente, passando a integrar também as estratégias de manutenção de ferramentais.

O AutoForm atua como uma *"prensa virtual"*, sendo capaz de trabalhar em paralelo às atividades de manutenção corretivas, permitindo simular alterações antes da aplicação prática, e possibilitando ações assertivas, focadas apenas nas áreas que realmente necessitam de intervenção.

Além disso, ele contribui na identificação da causa raiz dos principais problemas que podem ocorrer durante a produção, oferecendo dados precisos que orientam decisões técnicas dentro da manutenção preditiva. Como resultado, há uma otimização do tempo de manutenção, diminuição das paradas de produção, redução de retrabalhos e aumento da confiabilidade do processo.

ESTUDO PRÁTICO

Este artigo apresenta a análise de um caso prático envolvendo a equipe de manutenção de uma fabricante automotiva, durante a estampagem do painel lateral externo. Ao longo da produção, foram identificados pontos críticos de ruptura nas regiões dos vãos das portas dianteira e traseira, além de regiões com afinamento excessivo do material, o que comprometia a integridade estrutural e a qualidade final do componente.

As falhas recorrentes estavam relacionadas às variações nas propriedades mecânicas, à resposta dos ferramentais frente ao ritmo intenso de produção e à complexidade geométrica da peça. Esses fatores, somados ao elevado nível de exigência técnica do painel lateral externo, impactavam diretamente a eficiência operacional e necessitavam de intervenções corretivas frequentes. Diante desse cenário, foi iniciado um ciclo de simulações computacionais com base em dados reais do processo, com o objetivo de compreender com maior precisão as causas das falhas.

A equipe de manutenção desempenhou um papel decisivo na condução do estudo, atuando na validação dos resultados



RETÍFICAS TANGENCIAIS FERDIMAT

Séries TA e TC: precisão e robustez para qualquer escala de produção

Estrutura em ferro fundido
Estabilidade e desempenho para qualquer escala de produção.

Automação total
Modelos com IHM intuitiva ou CNC para alta repetibilidade.

Flexibilidade produtiva
Linha completa de máquinas para diferentes volumes e tipos de aplicação.

ESCANEIE O QR CODE
e fale agora com nossos especialistas

R. Benedito Cubas, 320 - Jd Morumbi
São José dos Campos - SP
contato@ferdimat.com.br

+55 (12) 3931-5433
+55 (12) 3042-0090
www.ferdimat.com.br

FERDIMAT

e na definição das ações corretivas. Formado por técnicos, ajustadores de ferramentais e engenheiros de processo, o grupo colaborou de forma integrada, combinando experiência prática e conhecimento técnico para interpretar os dados, propor ajustes e validar virtualmente as soluções antes da aplicação no ambiente produtivo.

Por meio de um ciclo iterativo de simulação e validação, a abordagem foi estruturada em quatro fases principais: modelagem preliminar, refinamento do modelo, validação das soluções e apresentação dos resultados. Cada etapa foi fundamentada em dados reais do processo produtivo, permitindo uma metodologia mais precisa e eficiente.

MODELAGEM PRELIMINAR

Nesta primeira etapa, foram coletados dados reais do processo de estampagem, incluindo a geometria dos ferramentais, as propriedades do material utilizado e os parâmetros operacionais da prensa. Com base nessas informações, foi criado um modelo virtual no software, com o objetivo de simular o comportamento do material durante a conformação.

Para garantir a acuracidade da simulação, foram inseridos os principais dados do material (como limite de escoamento, coeficiente de anisotropia, curva limite de conformação) e o plano de métodos. A geometria do ferramental foi referenciada na superfície liberada para usinagem, complementada por uma malha STL obtida diretamente do ferramental físico. Essa malha foi utilizada como base de comparação para identificar alterações que haviam sido realizadas diretamente no ferramental real, sem atualização no modelo CAD.

A simulação inicial teve como propósito comparar a diferença entre o projeto original e o estado atual do ferramental.

REFINAMENTO DO MODELO E DIAGNÓSTICO DE FALHAS

Após a construção do modelo de prensa virtual, foi realizada a primeira simulação do processo de estampagem. Essa etapa teve como objetivo verificar o comportamento do material sob as condições atuais de conformação e identificar falhas recorrentes, como rupturas internas, afinamento excessivo e instabilidades dimensionais. Durante a análise dos resultados, foram identificados diversos pontos de ruptura na região dos vãos das portas dianteira e traseira do produto (figura 1), além de áreas com afinamento crítico (figura 2) que, se mantidas, comprometeriam a integridade da peça, tornando-a inviável para a fabricação.

Com essa base, iniciou-se o processo de refinamento da simulação, ajustando os parâmetros para aumentar a precisão e garantir que o modelo refletisse fielmente o comportamento físico do processo.

Foram incorporados dados complementares, como o ensaio do material (incluindo o histograma de propriedades

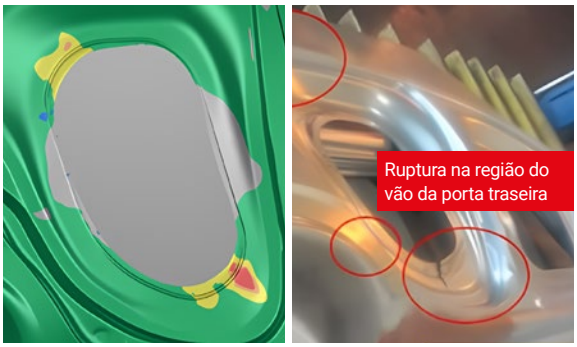


Figura 1 – Advanced formability demonstrando pontos de ruptura

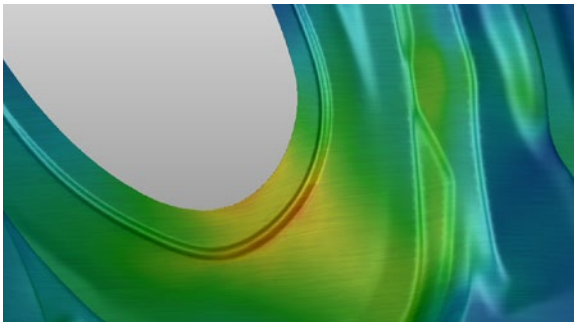


Figura 2 – *Max failure* com pontos críticos de afinamento no produto

mecânicas), a dimensão real da platina e a pressão da almofada aplicada durante a conformação.

Ainda na fase de análise, foi inserida na simulação uma modificação previamente realizada pela equipe de manutenção no ferramental físico: a adição de um sobremetal no anel interno. Essa intervenção prática teve como objetivo minimizar problemas em regiões críticas da peça, onde estavam ocorrendo rupturas. Ao reproduzir essa alteração no ambiente virtual, foi possível avaliar seu impacto e comparar o resultado do projeto original e a condição atual da ferramenta.

PROPOSIÇÃO DE VALIDAÇÃO DE SOLUÇÕES

A partir das falhas diagnosticadas na simulação e nas análises comparativas entre o modelo CAD e o ferramental físico, foi desenvolvido um plano de ação corretivo com o objetivo de mitigar os problemas recorrentes de ruptura e afinamento excessivo, gerados pela variação das propriedades mecânicas da chapa e a geometria complexa do produto. As soluções propostas foram direcionadas à equipe de manutenção, com foco em ajustes estratégicos para que pudessem ser validados virtualmente antes de qualquer intervenção física.

As correções foram implementadas no modelo virtual, permitindo testar sua eficácia em ambiente simulado e antecipar os efeitos das modificações, reduzindo riscos e custos associados a tentativas físicas.

Primeira Proposta

Inclusão de um furo adicional no *blank* com diâmetro de 60 mm, com o objetivo de aliviar tensões e reduzir o risco de ruptura nas regiões críticas (figura 3).

Observou-se que, embora o ponto de ruptura original tenha sido deslocado, não houve uma melhoria efetiva no desempenho da peça. O ponto de falha continuava crítico e comprometia a integridade do produto, o que indicou que a alteração apenas transferiu o problema, sem resolvê-lo. Por esse motivo, essa alternativa foi descartada do plano de ação final.

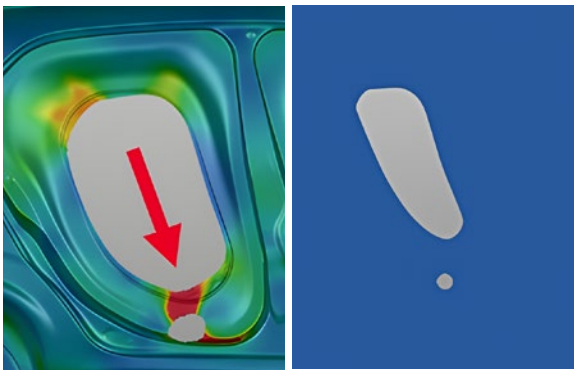


Figura 3 – Análise comparativa entre o furo na platina e a conformação final

Segunda Proposta

O aumento da altura do quebra-rugas no segmento esquerdo, visando melhorar o controle do fluxo de material (figura 4).

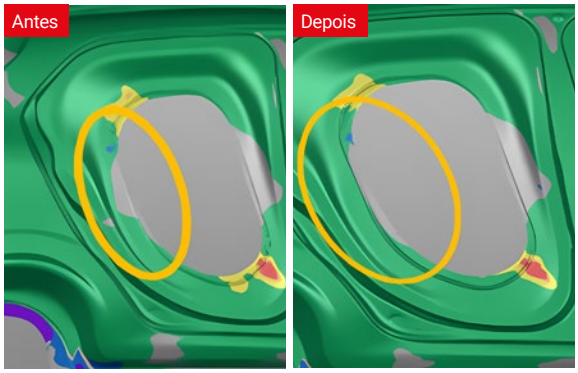


Figura 4 – Visualização do processo antes e depois do aumento do *bead* esquerdo

O aumento da altura no segmento esquerdo do quebra-rugas promoveu um estiramento mais efetivo do material, resultando em uma melhor distribuição de esforços durante a conformação. Essa modificação contribuiu diretamente para a diminuição dos pontos de ruptura anteriormente identificados na região da porta traseira, reduzindo significativamente o risco de falhas estruturais e proporcionando maior controle



sobre o fluxo do material. Por apresentar resultados consistentes e alinhados com os objetivos do estudo, essa proposta foi incorporada à configuração final aplicada.

Terceira Proposta

Aumento da altura do quebra-rugas no segmento direito, com a mesma finalidade de estabilização do deslocamento do *blank* (figura 5).

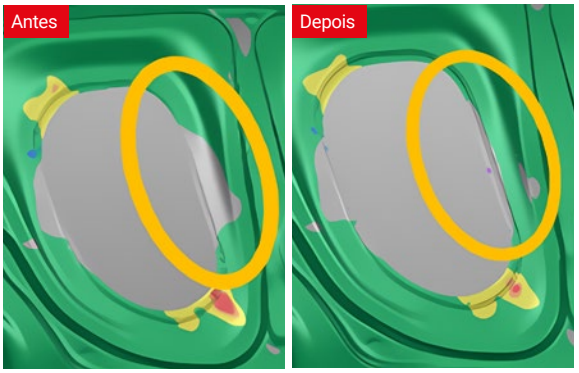


Figura 5 – Visualização do processo antes e depois do aumento do *bead* direito

O aumento da altura no segmento direito do quebra-rugas também promoveu um estiramento mais efetivo do material, contribuindo para uma conformação mais uniforme em determinadas regiões da peça. No entanto, a simulação revelou um efeito colateral importante: houve uma piora em pontos de ruptura em outras regiões do produto, indicando que o ajuste, embora benéfico em parte do processo, acabou gerando uma nova área crítica. Esse resultado evidenciou que a modificação não oferecia uma melhoria global e, por isso, foi considerada não viável para aplicação prática, sendo descartada da configuração final.

Quarta Proposta

Redução da profundidade do anel na região do vão da porta traseira, para suavizar a transição de conformação e diminuir a concentração de esforços (figura 6).

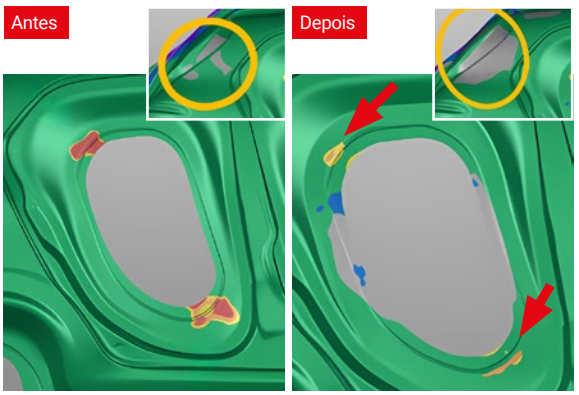


Figura 6 – Visualização do processo antes e depois da redução do anel interno

Obteve-se uma melhora significativa em todos os pontos críticos previamente identificados. No entanto, essa mesma configuração não possibilitou um estiramento mínimo necessário localizado em uma área importante da peça. Esse tipo de falha, embora não comprometa diretamente a estrutura, pode impactar a qualidade visual e funcional do produto. Diante disso, a proposta foi considerada tecnicamente não viável para aplicação prática sem ajustes adicionais.

Quinta Proposta

Diminuição dos furos internos da platina na região do vão da porta traseiro forçando a estrutura e evitando deformações indesejadas (figura 7). Linha verde modificada/ linha vermelha original.

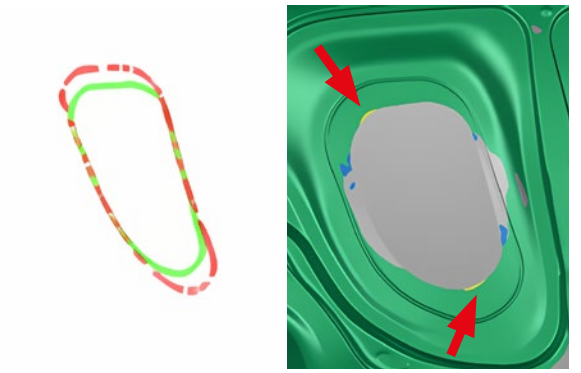


Figura 7 – Visualização do processo com a diminuição dos furos da platina indicada pela linha verde

A proposta de diminuir os furos internos da platina na região do vão da porta traseira teve como objetivo reforçar a estrutura da peça e evitar rupturas indesejadas durante o processo de estampagem. Essa modificação mostrou-se eficaz na redução de afinamentos e na melhora da estabilidade dimensional. A nova configuração apresentou resultados positivos nas simulações, com distribuição mais uniforme das tensões e menor risco de rupturas que se propagavam ao longo do produto.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base na análise das simulações, foi definida a condição final aplicada, considerada a melhor configuração para otimizar a conformação do produto atual. Entre todas as alternativas testadas, duas ações se destacaram por apresentarem resultados consistentes e sem efeitos colaterais negativos: a modificação da altura do quebra-rugas no segmento esquerdo (Proposta 2), que promoveu um estiramento mais efetivo do material e suavizou os pontos de ruptura na região do vão da porta traseira; e a diminuição dos furos internos da platina (Proposta 5), que contribuiu para maior estabilidade dimensional e resistência da peça. Ambas as propostas demonstraram excelente desempenho na simulação, com ganhos significativos na



SUA EMPRESA PRONTA PARA O FUTURO

O próximo grande avanço da Metalurgia aguarda você.

O setor se desenvolve de forma acelerada, trazendo excelentes oportunidades para toda a indústria do metal. Aprimore seus processos em sustentabilidade, qualidade e produtividade, preparando-a para o futuro.



FEIRA INTERNACIONAL
CONGRESSO TÉCNICO
RODADA DE NEGÓCIOS
WORKSHOP EXPOSITORES
OUTROS EVENTOS PARALELOS

Capacite sua empresa com as inovações que definirão a indústria nos próximos anos!

Credenciamento On-line
www.metalurgia.com.br

TRUST GROUP
Apresenta

FEIRA E CONGRESSO **2025**
METALURGIA
Tecnologia para a Indústria



7-10 OUTUBRO
13h00 às 20h00 - Expoville
Joinville SC

Redes Sociais:

Patrocínio
FIESC PELO FUTURO DA INDÚSTRIA
SESI SENAI PELO FUTURO DO TRABALHO
UNIÃO

Apoio
ABIMAQ
ABINFER

Organização
MESSE BRASIL

WWW.BRUNING.NET

distribuição de espessura e redução de falhas críticas.

A escolha da condição final foi, portanto, baseada na eficácia técnica, estabilidade do processo e ausência de efeitos adversos, mesclando as duas propostas citadas anteriormente (figura 8).

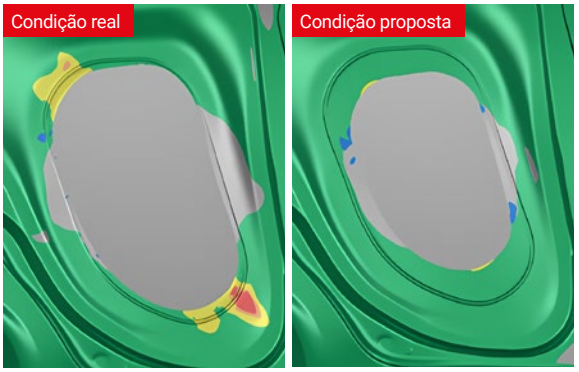


Figura 8 – Comparação entre a condição atual do produto e a otimização proposta final

No cenário atual com base na análise do histograma do material, observou-se que a anisotropia é o fator com maior influência na formação de trincas das regiões críticas, resultando em um elevado índice de refugo. A proposta de modificação aplicada proporcionou uma condição de conformação mais estável, mesmo diante das variações da matéria-prima, reduzindo significativamente a ocorrência de falhas. Essa melhoria refletiu diretamente nos indicadores estatísticos de qualidade, com aumento dos valores de Cp e Cpk, demonstrando maior capacidade do processo em manter-se dentro das especificações e com menor dispersão, o que reforça a viabilidade técnica da solução adotada.

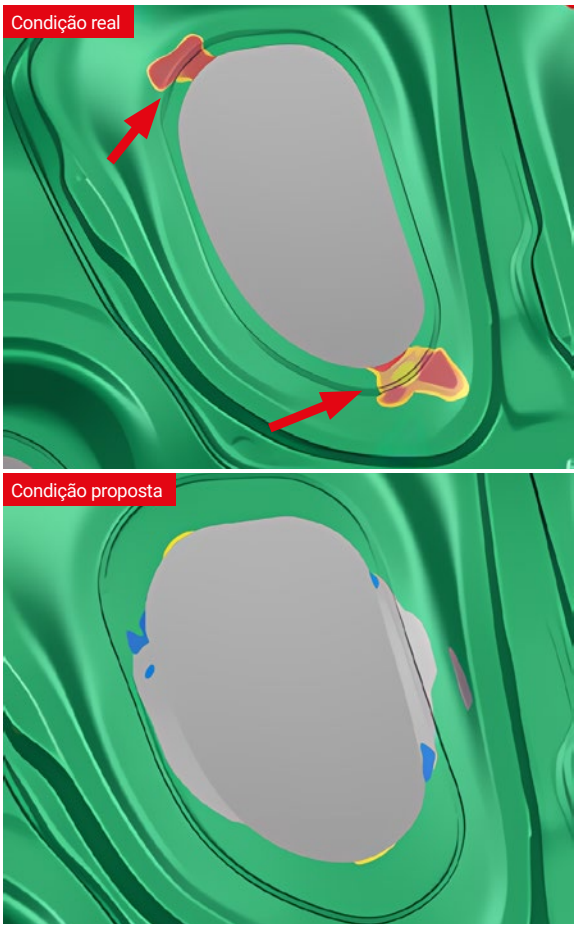


Figura 9 – Análise de capabilidade do processo

CONCLUSÃO

A aplicação da simulação computacional ao processo de manutenção corretiva permitiu ganhos expressivos em tempo e qualidade. As simulações realizadas necessitaram entre 15 e 60 minutos, dependendo da proposta calculada. Em contraste com os *tryouts* físicos que demandariam entre 1 e 6 turnos de trabalho (8 horas por turno) dependendo da proposta implementada.

Essa diferença evidencia o potencial da simulação para antecipar falhas, validar soluções e reduzir o número de intervenções físicas necessárias. Como resultado, observa-se uma redução de custos, com menor incidência de retrabalhos, descarte de material e tempo de parada de máquina.

A abordagem adotada representa um avanço significativo na forma como se conduz a manutenção e o aprimoramento de ferramentais de estampagem, promovendo uma tomada de decisão mais assertiva, mais previsível, eficiente e tecnicamente embasada. Conduzindo essa transformação digital com os princípios da indústria 4.0 e da melhoria contínua. ■



Elen Camilli Oliveira Soares - Engenharia Mecânica pela Universidade São Judas Tadeu. Engenheira de Aplicações Júnior na AutoForm do Brasil, aplicando simulação de conformação para análise de carenagens metálicas e participando da otimização de processos produtivos visando a melhoria da qualidade e eficiência na indústria automotiva. Gerente de projetos na equipe universitária Garra Baja, dedicada ao desenvolvimento de um veículo off-road monoposto para o Baja SAE.
elen.soares@autoform.com.br

SELEÇÃO 2025

MELHORES FORNECEDORES DO BRASIL

MÁQUINAS, SOFTWARES, MATÉRIA-PRIMA, COMPONENTES E MUITO MAIS PARA O SETOR METAL-MECÂNICO

As empresas listadas a seguir estão classificadas por segmentos da cadeia de fabricantes de ferramentais, sendo as mencionadas resultado de pesquisa realizada pela Revista Ferramental.

As informações foram fornecidas pelas próprias empresas e podem não refletir a completa condição de atendimento.

Caso você conheça alguma empresa de fornecimento para a cadeia de fabricantes de ferramentais que tenha ficado de fora desta seleção, por favor entre em contato conosco através do e-mail contato@revistaferramental.com.br.

	ACIRA TOOLS São Paulo - SP (11) 97141-0667 aciratools.com.br	BARBARIC TOOLS São Paulo - SP (11) 97209-0191 barbarictools.com.br	ISCAR Vinhedo - SP (19) 3826-7100 iscar.com
Ferramentas			
Aço rápido	✓	✓	
Metal duro inteiriça	✓	✓	✓
Metal duro soldada		✓	✓
Pastilhas intercambiáveis			
Cerâmicas	✓	✓	✓
Diamante	✓	✓	✓
Metal duro	✓	✓	✓
Nitreto cúbico de boro	✓	✓	✓
Outras ferramentas			
Alargadores	✓	✓	✓
Bedames	✓	✓	✓
Brocas	✓		✓
Brochas		✓	✓
Brunidores		✓	✓
Cossinetes	✓		✓
Cortadores de engrenagens			✓
Escareadores	✓	✓	✓
Ferramentas para tornear	✓	✓	✓
Ferramentas para fresar	✓	✓	✓
Machos	✓	✓	✓
Rebaixadores	✓		✓
Recartilhas	✓		
Pinças	✓		
Porta pinças	✓		
Porta fresas	✓		
Cabeçotes fresar	✓		
Suportes tornear	✓		
Ferramentas especiais dedicadas ao produto ou produção			
Serras			
Marcas comercializadas:	Sumitomo, BT Fixo, Vargus	SPEED, ZOLLER	Marca Própria ISCAR e INGERSOLL Ferramentas de Usinagem

	KYOCERA	maptools	OSG	SANDVIK coromant	Seco
	Sorocaba - SP (15) 3227-3800 kyocera-componentes.com.br	Campinas - SP (19) 3245-1476 maptools.com.br	Bragança Paulista - SP (11) 4481-7800 osg.com.br	Jundiaí - SP (11) 4680-3536 sandvik.coromant.com	Sorocaba - SP (15) 2101-8600 secotools.com
			✓		
	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓		✓	✓
	✓	✓		✓	✓
	✓	✓		✓	✓
	✓			✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓		✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓
			✓		
				✓	✓
	✓	✓	✓		
	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓
		✓	✓	✓	✓
		✓	✓		✓
	KYOCERA	PROPRIA, BT FIXO, TAEGUTEC são as principais.	OSG	Sandvik Coromant	Seco Tools

FORNECEDORES DE **FERRAMENTAS DE CORTE**

	WGO	WALTER	WIFER	YG
	São Paulo - SP (11) 2965-4171 wgo.ind.br	Sorocaba - SP (15) 3224 5700 walter-tools.com/pt-pt	Jaraguá do Sul - SC (47) 99637-8756 wifer.com.br	São Paulo - SP (11) 4496-2170 yg1.solutions
Ferramentas				
Aço rápido	✓	✓	✓	✓
Metal duro inteiriça	✓	✓	✓	✓
Metal duro soldada	✓			✓
Pastilhas intercambiáveis				
Cerâmicas			✓	✓
Diamante		✓	✓	✓
Metal duro	✓	✓	✓	✓
Nitreto cúbico de boro			✓	
Outras ferramentas				
Alargadores	✓		✓	✓
Bedames			✓	✓
Brocas	✓	✓	✓	✓
Brochas	✓			
Brunidores	✓			
Cossinetes				
Cortadores de engrenagens			✓	
Escareadores	✓		✓	✓
Ferramentas para tornear	✓	✓	✓	✓
Ferramentas para fresar	✓	✓	✓	✓
Machos		✓	✓	✓
Rebaixadores	✓		✓	✓
Recartilhas				
Pinças				
Porta pinças				
Porta fresas				
Cabeçotes fresar				
Suportes tornear				
Ferramentas especiais dedicadas ao produto ou produção	✓			
Serras			✓	
Marcas comercializadas:	WGO	Walter e FMT	ISCAR, HAIMER	YG1

Conhece as Novidades?

Se a sua empresa utiliza há tempo os aços sinterizados mais conhecidos, como:

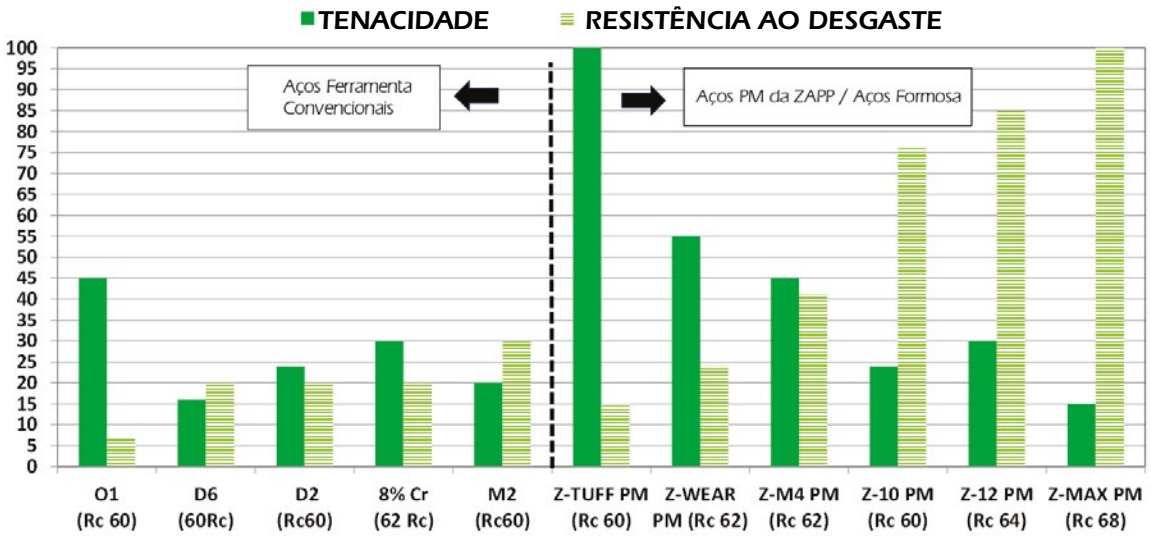
CPM10V, CPM 4, VANADIS 8, S790, S360, ASP 2053.

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 **Zapp**, distribuídos com exclusividade na América-Latina pela **Aços Formosa** e obtenha grandes ganhos em produtividade!

* Powder Metallurgy / Sinterizado

AÇOSFORMOSA
aços especiais

zapp



Fale com um dos nossos consultores:

11 3883-3166

www.acosformosa.com.br

pm@acosformosa.com.br

	BERGER Technik	Casafer	COMPOMOLDES
	Indaiatuba - SP (19) 3500-4800 bergertechnik.com	Joinville - SC (47) 3027-1019 casafer.com.br	Curitiba - PR (41) 3085-4649 compomoldes.com.br
Produtos			
Abrasivos e polimento			
Bico quente		✓	✓
Câmara quente		✓	✓
Centralizadores		✓	✓
Cilindros hidráulicos			
Conexões		✓	
Componentes para extração		✓	✓
Componentes para fixação		✓	
Componentes para injeção		✓	✓
Componentes para medição			
Componentes para movimentação		✓	✓
Componentes para refrigeração		✓	✓
Controladores de temperatura		✓	✓
Manifolds		✓	✓
Molas		✓	✓
Porta molde			
Porta-ferramenta			
Puxadores		✓	✓
Troca rápida	✓	✓	
Hot-half			
Controladores sequenciais			
Simulação de injeção			
Garras			
Acessórios para Robo			
Colunas			
Buchas			
Colares de esfera			

	EMTECORP	DAGER	INCOE	LANG TECHNIK-BR	MAFFER
	Ribeirão Preto - SP (16) 2111-3666 emtecorp.com.br	São Paulo - SP (11) 2291-5122 dager.com.br	Itatiba - SP (11) 4487-4200 incoe.com	São Bernardo do Campo - SP (19) 99707-1559 lang-technik.de/pt-br	Caxias do Sul - RS (54) 3221-8866 maffer.ind.br
	✓				
			✓		
			✓		
					✓
					✓
	✓			✓	
			✓		✓
		✓			✓
					✓
			✓		
			✓		
				✓	
				✓	✓
					✓

	MATRIPEÇAS	NOVA câmara quente	polimold
	Caxias do Sul - RS (54) 2108 5757 matripecas.com.br	Caxias do Sul - RS (54) 3022-2700 novacamaraquente.com.br	São Bernardo do Campo - SP (11) 4358-7300 polimold.com.br
Produtos			
Abrasivos e polimento	✓		✓
Bico quente		✓	✓
Câmara quente	✓	✓	✓
Centralizadores	✓		✓
Cilindros hidráulicos			
Conexões	✓		
Componentes para extração	✓		✓
Componentes para fixação	✓		✓
Componentes para injeção	✓		✓
Componentes para medição			
Componentes para movimentação	✓		✓
Componentes para refrigeração	✓		✓
Controladores de temperatura	✓	✓	✓
Manifolds			✓
Molas	✓		✓
Porta molde	✓		✓
Porta-ferramenta			✓
Puxadores	✓		✓
Troca rápida	✓		
Hot-half		✓	
Controladores sequenciais		✓	
Simulação de injeção		✓	
Garras			
Acessórios para Robo			
Colunas			
Buchas			
Colares de esfera			

	PROTVILLE	SCHUNK	Sulmax	TECNOSERV	WF MODELAÇÃO E FERRAMENTARIA
	Joinville - SC (47) 4101-0512 protville.com.br	Mauá - SP (11) 4468-6888 schunk.com	Caxias do Sul - RS (54) 3223-0900 sulmax.com.br	Diadema - SP (11) 96253-5796 tecnoserv-moldes.com.br	Santa Bárbara d'Oeste - SP (19) 2221-5551 wfmodelacao.com.br
			✓		
				✓	
				✓	
			✓	✓	
				✓	
			✓	✓	
			✓	✓	
		✓	✓	✓	
			✓	✓	
			✓		
			✓		
			✓		
			✓	✓	
			✓	✓	
			✓	✓	
	✓			✓	✓
	✓	✓		✓	
				✓	
		✓		✓	

	AÇOESPECIAL	AÇOSFORMOSA	AMPCO	CONTEAÇOS	DIFERRO
	São Paulo - SP (11) 3392-6700 acoespecial.com.br	São Paulo - SP (11) 3883-3166 acosformosa.com.br	Joinville - SC (47) 3305-0020 ampcometal.com	Joinville - SC (47) 3033-2800 conteacos.com.br	Caxias do Sul - RS Cachoeirinha - RS | Araquari - SC (54) 3224-7600 diferro.com.br
Produtos					
Aço-carbono	✓	✓		✓	✓
Aço-liga		✓		✓	✓
Aços inoxidáveis		✓		✓	
Aço-ferramenta	✓	✓		✓	✓
Alumínio e ligas		✓		✓	
Bronze	✓		✓	✓	
Cobre e Ligas	✓		✓	✓	
Chumbo/estanho e ligas					
Fornecidos com certificado		✓	✓	✓	✓
Fornecidos com tratamento térmico		✓	✓	✓	✓
Latão	✓		✓	✓	
Magnésio e Ligas					
Níquel	✓		✓		
Titânio			✓		
Tungstênio			✓		
Ligas especiais					
Aços de alta resistência					
Aços pré-temperado					
Condições de fornecimento					
Forjado	✓	✓	✓	✓	✓
Fundido	✓	✓	✓	✓	
Laminado	✓	✓	✓	✓	✓
Trefilado		✓	✓	✓	✓
Centrifugado					
Anel laminado sem costura					
Cortado sob medida					✓
Retificado e descascado		✓			
Usinado					
Formas de fornecimento					
Barras	✓	✓	✓	✓	✓
Bobinas					
Chapas	✓		✓	✓	✓
Flanges				✓	
Lingotes					
Placas	✓	✓	✓	✓	✓
Tubos			✓	✓	✓
Peças usinadas					✓
Blocos					✓
Peças forjadas					

	São Paulo - SP (11) 5545-8200 ggdmetals.com.br	Joinville - SC (47) 3033-0400 hitachi-hightech.com	Belo Horizonte - MG (31) 3195-6097 palcoaluminum.com	São Paulo - SP (11) 2618-3377 serrametal.com.br	São Paulo - SP (11) 2083-9000 swisssteel-group.com	São Paulo - SP (11) 4553-4742 tsalloy.com.br
	✓					
	✓	✓				
	✓	✓			✓	✓
	✓	✓		✓	✓	
	✓		✓			
	✓	✓		✓	✓	✓
		✓				✓
						✓
						✓
						✓
					✓	
				✓		
				✓		
	✓	✓			✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓
						✓
			✓			
			✓			
						✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			✓			
	✓	✓	✓	✓		✓
						✓
		✓			✓	✓
						✓
					✓	

	BR máquinas	EUROSTEC	FERDIMAT	GROB
	Caxias do Sul - RS (54) 3021-6821 brmaquinas.com	Caxias do Sul, RS | Joinville, SC | Vinhedo, SP (54) 3021-2948 eurostec.com.br	São José dos Campos - SP (12) 3931-5433 ferdimat.com.br	São Bernardo do Campo - SP (11) 4367-9100 grobgroup.com
Ferramentas				
Centro de usinagem vertical		✓		
Centro de usinagem horizontal		✓		
Centro de usinagem 5 eixos		✓		✓
Eletroerosão a fio	✓	✓		
Eletroerosão por penetração		✓		
Extrusora				
Fresadoras CNC		✓		
Injetoras para metais				
Injetoras para plástico		✓		
Máquinas a laser / corte a plasma		✓		
Mandriladoras CNC		✓		
Prensas excêntricas				
Prensas mecânicas				
Retíficas cilíndricas convencional		✓	✓	
Retíficas cilíndricas CNC		✓	✓	
Retíficas planas convencional		✓	✓	
Retíficas planas CNC		✓	✓	
Robôs		✓		
Tornos horizontais CNC		✓		
Tornos horizontais convencionais		✓		
Tornos automáticos		✓		
Tornos verticais CNC		✓		
Tornos verticais convencionais		✓		
Periféricos para ind. Plástica				
Várias tecnologias de injeção				
Software				
Cilindros de Nitrogênio				
Transfer				
Transportadores				
Alimentadores de Blank				
Esteiras				
Periféricos para Automatização de Prensas				
Garras com complementos para sistemas Transfer				
Equipamentos para diagnóstico automotivo				
Blocos manifolds				
Sistemas hidráulicos				
Máquinas dedicadas				
Equipamentos para Metrologia Dimensional				
Outros serviço				
Instalação da máquina	✓	✓	✓	✓
Manutenção	✓	✓	✓	✓
Treinamentos	✓		✓	✓
Marcas comercializadas	FANUC	Eurostec, Micro Dynamics, Bole, HSG, WIM.	FERDIMAT	GROB

	GRUPOALLTECH	HDB	MAQ.FER.MED	PRODTY	SELLTIS
	Joinville - SC | Caxias do Sul - RS | Jundiaí - SP (47) 3029-8300 grupoalltech.com.br	Cotia - SP (11) 4615-4653 hdbrepr.com.br	Jaraguá do Sul - SC (47) 9975-1593	Diadema - SP (11) 4072-8400 prodty.com.br	Caxias do Sul - RS (54) 99665-4343 selltis.com.br
	✓				✓
	✓				✓
	✓				✓
	✓				✓
	✓				✓
	✓				
	✓				
	✓				
	✓				
	✓				
	✓				
	✓				
	✓				✓
	✓				✓
	✓				
	✓				
	✓				✓
	✓				
		✓			
		✓			
			✓		
				✓	
				✓	
				✓	
				✓	
				✓	
				✓	
	✓			✓	✓
	✓			✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓
	Okada (marca própria), Hartford, Hymson, Yizumi, Nidec, Nidec Takisawa	BORCHE (INJETORAS), JWM (IBM), FOCUS HG (ISBM), OUMING (CCM),	Opcional		YCM, Excetek e Trimill

	resitron	ROMI	STÄRKX
	Caxias do Sul - RS (54) 3218-4600 resitron.com.br	Santa Bárbara d'Oeste - SP (19) 3455-9000 romi.com	Campinas - SP (19) 2660-1620 starkx.com.br
Ferramentas			
Centro de usinagem vertical	✓	✓	
Centro de usinagem horizontal		✓	
Centro de usinagem 5 eixos	✓	✓	
Eletroerosão a fio	✓		
Eletroerosão por penetração	✓		
Extrusora			
Fresadoras CNC			
Injetoras para metais			
Injetoras para plástico		✓	
Máquinas a laser / corte a plasma			
Mandriladoras CNC		✓	
Prensas excêntricas			
Prensas mecânicas			
Retíficas cilíndricas convencional			
Retíficas cilíndricas CNC			
Retíficas planas convencional			
Retíficas planas CNC			
Robôs	✓	✓	
Tornos horizontais CNC		✓	
Tornos horizontais convencionais		✓	
Tornos automáticos		✓	
Tornos verticais CNC		✓	
Tornos verticais convencionais			
Periféricos para ind. Plástica			
Várias tecnologias de injeção			
Software			
Cilindros de Nitrogênio			
Transfer			
Transportadores			
Alimentadores de Blank			
Esteiras			
Periféricos para Automatização de Prensas			
Garras com complementos para sistemas Transfer			
Equipamentos para diagnóstico automotivo			✓
Blocos manifolds			
Sistemas hidráulicos			
Máquinas dedicadas			
Equipamentos para Metrologia Dimensional			
Outros serviço			
Instalação da máquina	✓	✓	
Manutenção	✓	✓	
Treinamentos	✓	✓	✓
Marcas comercializadas>	Zimmer & Kreim (Alemanha) / Röders (Alemanha)	Marca ROMI, FANUC e Robodrill	Stärkx e Thinkcar

	TECNOHOW	triaxis	UHAG	UNITED MACHINING	VERION
	Valinhos - SP (19) 3299-0120 tecnohow.com.br	São Bernardo do Campo - SP (11) 4361-4977 triaxis.ind.br	Itatiba - SP (19) 97117-4116 uhag.com.br	São Paulo - SP (11) 5694-8322 machining.com	Guarulhos - SP (11) 97757-0039 verion.com.br
	✓				
	✓				
	✓			✓	
	✓			✓	
	✓			✓	
	✓				
	✓				
	✓				
	✓				
	✓				
				✓	
	✓				
	✓				
		✓			✓
					✓
					✓
			✓		
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓
	Hermle, Exeron, Seibu, Walter, Ewag, Studer, Blohm, Jung, Schaublin, Kern, Mägerle, Colibrium, Iepco, IMSA, FPT	Drillmaster, Gerardi, EWS, Middex, Detector, Suhner, Somex, MPA, Euroma, Exact Machinery	PMT, MORA/AEH, TESA, RENISHAW, POLYWORKS, RVS3D, EASSON, ITACA, HIGH-QA	AGIE CHARMILLES, CHARMILLES, MIKRON MILL, LIECHTI, STEP TEC, SYSTEM 3R	Sun Hydraulics, Huade e Fox.it

FORNECEDORES DE **TRATAMENTO TÉRMICO E SUPERFICIAL**

	Combustol Metalpó São Paulo - SP | Contagem - MG | Rio de Janeiro - RJ (11) 3906-3000 combustol.com.br	ISOFLAMA Indaiatuba - SP (19) 3936-0800 isoflama.com.br
Serviços oferecidos		
Têmpera	✓	✓
Cementação	✓	
Normalização	✓	✓
Alívio de tensões	✓	✓
Revenimento	✓	✓
Austêmpera	✓	
Maleabilização	✓	
Nitrocarbonetação	✓	✓
Oxinitrocarbonetação	✓	✓
Nitretação	✓	✓
Carbonitretação	✓	
Solubilização	✓	✓
Brasagem	✓	✓
Ferritização	✓	
Martêmpera	✓	✓
Recozimento	✓	✓
Revestimentos		
Pinturas especiais		
Revestimentos metálicos		
Tratamentos de superfície		
Textura em matrizes		
Polimento de matrizes		
Tipos de metais tratados		
Ferro fundido	✓	
Aço	✓	✓
Ligas não ferrosas	✓	
Aço Inoxidável		
Alumínio		
Ligas ferrosas		
Dimensões e peso máximo das peças tratadas:	13m (C) x 1,5m(L) x 1m(A)	20MM ATÉ 900 MM . EM PESO DE 100GR ATÉ 1000KG

	Araquari - SC (47) 3305-1125 niitplasma.com.br	São Bernardo do Campo - SP (11) 4176-6969 superfinishing.com.br	São Paulo - SP (11) 94388-2222 nitrex.com	Jundiaí - SP São José dos Pinhais - PR (11) 2152-0464 oerlikon.com
			✓	
			✓	
			✓	
	✓	✓	✓	
			✓	
	✓		✓	
			✓	
	✓		✓	✓
			✓	
			✓	
			✓	
			✓	
			✓	
				✓
		✓		
		✓		
		✓		
	✓	✓	✓	
	✓	✓	✓	✓
		✓		
		✓		
	1.200 X 1.700 mm X 2 ton	Não temos limites. Atendemos	Pode ser dimensionada conforme a necessidade	diam. 900x1500mm até 3 toneladas

FORNECEDORES DE **SOFTWARES PROFISSIONAIS**

	CIMACAD Soluções em CAD CAM	FIT ENGINEERING SYSTEMS	ICONE SOFTWARE	plmx
	Joinville - SC (47) 3435-6428 cimacad.com.br	Caxias do Sul - RS (54) 3196-2199 fit-tecnologia.com.br	São Paulo - SP (11) 3068-0070 software.iconesoft.com.br	São Caetano do Sul - SP (11) 3565-3808 plmx.com.br
A empresa é:				
Produtora			✓	
Revendedora	✓	✓		✓
Agente Autorizado para o Brasil	✓	✓		
Oferece suporte técnico?	✓	✓	✓	✓
Softwares comercializados	Cimatron	CIMATRON, FIKUS WireEDM, CIMCO DNC/MES e SOLIDCAM	Sistema de Ferramentaria, Sistema de Gestão de Ativos Industriais, Interface Minitab	Solid Edge, NX CAD, CAM E CAE, Teamcenter, Tecnomatix - Process Simulate e Plant Simulation
Oferece treinamento?	✓	✓	✓	✓
Sobre a empresa	Fornecemos soluções para nossos clientes desenvolver moldes de forma mais rápida e eficaz com o uso do software Cimatron. Com especialista com longa experiencia e com vários cases de sucesso garantimos um auto ganho de produtividade.	A FIT Engineering Systems é uma provedora de soluções de desenvolvimento de ferramental e fabricação, que capacita os usuários a solucionar os desafios de engenharia e usinagem. Somos uma equipe de especialistas em CAD/CAM/FEA/DNC/MES ajudando nossos clientes a expandir suas capacidades e melhorar a produtividade por meio de tecnologia inovadora. Ao entender seus desafios, encontramos soluções para o sucesso do seu negócio.	"Sistema de Ferramentaria - Icone Software Indicado para controlar os ativos, máquinas e equipamentos da produção, permitindo configurar parâmetros de medição, alertas e indicadores para monitoramento com total flexibilidade de personalização. O sistema foi desenvolvido com o objetivo de acompanhar a gestão e manutenção de ativos e a alocação de ferramentas nas máquinas, assim como medições, ajustes e manutenções a serem realizados nos equipamentos, ferramentas e seus subconjuntos. Software em constante melhoria e atualização desde 2007, sendo utilizado atualmente e validado em plantas industriais no Brasil, Argentina, Chile e Paraguai."	A PLMX Soluções atua na consultoria, venda, implantação e suporte dos Softwares da Siemens PLM como SolidEdge, Teamcenter, NX CAD/CAM, Simcenter, Tecnomatix, Polarion e Preactor, sendo uma revenda autorizada e reconhecida com a certificação Platinum Solution Partner. Com um foco em metodologias para desenvolvimento de produtos e processos apoiamos empresas em iniciativas como Manufatura Avançada a resposta brasileira a quarta revolução industrial, a PLMX está preparada para capacitar as empresas brasileiras para competir no novo ambiente da Indústria 4.0.

	Rio de Janeiro - RJ Americana - SP | Rio do Sul - SC (11) 3090-7984 mechworks.com.br	Joinville - SC (47) 3431-5900 ska.com.br	São Paulo - SP (11) 5084-0048 topsolid.com/pt-br
			✓
	✓	✓	✓
	✓	✓	✓
	✓		✓
	SOLIDWORKS CAD 3D, SOLIDWORKS Simulation, DraftSight, SOLIDWORKS Flow Simulation, SOLIDWORKS Plastics, SOLIDWORKS Electrical, SOLIDWORKS Visualize, SOLIDWORKS Composer, Plataforma 3DEXPERIENCE, SIMULIA, ABAQUS	WORKNC, SOLIDWORKS, CATIA, 3DEXPERIENCE, MACHINING STRATEGIST E EDGECAM	TopSolid, CadMould, Stampack, RoboDK, Eureka, InspireCast, Ardis
	✓	✓	✓
	A MechWorks é uma Parceira Platinum dos produtos Dassault Systèmes no Brasil. Primeira revenda SOLIDWORKS da América Latina, a MechWorks vem desde 1995 firmando a sua marca e construindo uma sólida posição no mercado de CAD, CAE, CAM, PDM e PLM, abrangendo os Estados de Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina.		A TopSolid'Brasil é a subsidiária brasileira da francesa TopSolid SAS, líder global em soluções integradas de CAD/CAE/CAM/PDM/ERP. Desde 2006, atua no Brasil oferecendo softwares voltados para os setores mecânico, moveleiro, ferramentarias e engenharia digital, alinhados aos conceitos da Indústria 4.0. Com sede em São Paulo, a empresa se destaca pelo suporte técnico especializado, treinamentos e consultorias que visam maximizar a produtividade industrial.



Produtividade Incomparável

CAD/CAM integrado para Produtividade de Ferramental

Mantenha-se competitivo em todas as suas operações com software integrado que oferece ótimas vantagens para projeto e ferramentaria.

Ajudamos nossos clientes a expandir seu potencial fornecendo soluções de software que impulsionam o futuro da indústria.

CIMACAD
Soluções em CAD CAM

WWW.CIMACAD.COM.BR
CIMACAD@CIMACAD.COM.BR
@CIMACAD_

FORNECEDORES DE **SOFTWARES DE GESTÃO**

	BRAMETEC	grvsoftware	MRP Smart Solutions	Prosyst	simplix
	Florianópolis - SC (48) 3050-5373 brametec.com.br/toolsync	Vinhedo - SP (19) 4062-9702 grvsoftware.com.br	São José dos Campos - SP (12) 99161-2080 mrpsmartsolutions.com	Joinville - SC (47) 3453-0000 prosyst.com.br	Joinville - SC (47) 98423-1660 simplix.net.br
A empresa é					
Produtora	✓	✓	✓	✓	✓
Revendedora					
Agente Autorizado para o Brasil					
Oferece suporte técnico?	✓	✓	✓	✓	✓
Softwares comercializados:	TSM - Software para gestão de insumos e ferramentas	GRV CPS, NX ERP, GRV Connect IoT, Max APS, GRV Factory e CNC Monitor.	O Sistema de Gestão do Planejamento, Programação e Controle de Projetos, Manufatura e Materiais especializado nas Ferramentarias	ERP - Gestão Empresarial	GiP - Gestão Integrada de Projetos
Atende quais setores?					
RH					
Orçamento e vendas		✓	✓	✓	✓
Compras	✓	✓	✓	✓	✓
Comercial		✓	✓	✓	✓
Suprimentos	✓	✓		✓	✓
Financeiro	✓	✓		✓	✓
Produção	✓	✓	✓	✓	✓
Controle de projetos		✓	✓	✓	✓
Controladoria	✓			✓	✓
Oferece treinamento?	✓	✓	✓	✓	✓

FORNECEDORES DE **TRYOUT**

	CTM CENTRAL DE TESTES DE MOLDES	SOLUÇÃO FERRAMENTARIA E PROTÓTIPO
	Joinville - SC (47) 99739-2019 testes.ind.br	Betim - MG (31) 99194-3834 ferramentariasolucao.com.br
Tryout para:	Injeção de termoplástico	Ferramentas de estampo
Tipo de prestação de serviços em que é especializado	INJEÇÃO DE TERMOPLASTICOS	Construção de ferramentais progressivos, transferizados, tandem, dispositivos de controle, peças protótipos e maquinas especiais.
Sobre a empresa	A CTM foi criada para atender a necessidade do mercado no segmento de try-out e injeção de peças plásticas. Uma estrutura montada com equipamentos de ponta e uma equipe com vasta experiência no segmento automotivo e linha branca. Atendemos hoje as principais ferramentarias da região, sistemistas e montadoras em todo o brasil.	"Atuando no setor metal mecânico, a FERRAMENTARIA SOLUÇÃO é uma empresa especializada em projeto e construção de ferramentais progressivos, transferizados, tandem, dispositivos de controle, peças protótipos e maquinas especiais. Há 20 anos no mercado valorizamos o respeito, honestidade e compromisso com nossos clientes, fornecedores e colaboradores. A garantia de sucesso do nosso trabalho, é o constante investimento em tecnologia e a manutenção de uma equipe experiente, competente e altamente qualificada."

	Agile2	2B automação	ELOS consultoria para resultados	KOBO
	Joinville - SC (47) 999647117 agile2.com.br	Americana - SP (19) 3648-6026 2b-automacao.com.br	Joinville - SC (47) 99282-8252 elosconsultoria.com.br	São Paulo - SP (11) 3834-0954 kobonet.com.br
Tipo de prestação de serviços em que é especializado	Digitalização e virtualização de empresas de produção metalmecânica	Usinagem	Gestão empresarial	Consultoria

	LOOPZERO	MANUMEC	META STAMP	Fabio Napoli
	Joinville - SC (47) 99725-6201 loopzero.com.br	Joinville - SC (47) 99177-2592 manumec.com.br	Joinville - SC (47) 99711-2129 metastamp.com.br	Limeira - SP (19) 98345-4087 fabio-napoli-engenheiro-mecanico-consultor-de-ferramentaria-e-d.webnode.com
Tipo de prestação de serviços em que é especializado	Simulação de injeção de alumínio e projetos de moldes de alumínio e plástico	Injetoras de plásticos	Projetos de Estampos	Projetos , simulação de injeção , engenharia reversa

	Padilha Projetos	PROJMOL Projetos e Consultoria	SOLUÇÕES 3D	PRODUTO CONSULTORIA LTDA
	Bariri - SP (11) 94108-1707 instagram.com/padilha.projetos	São Paulo - SP (11) 99228-3610 projmol.com.br	Joinville - SC (47) 99913-0325 solucoes3d.com.br	Jundiaí - SP (11) 94162-1715 produto-ltda.com
Tipo de prestação de serviços em que é especializado	Projetos de moldes para termoplásticos e Die Cast, projeto de produtos em termoplásticos	Projetos de ferramentas/ Dispositivos / Desenvolvimento de Produtos	Impressão 3D industrial (produtos e protótipos)	Desenvolvimento de produtos e ferramentais para peças em termoplástico, otimização de processos industriais e gestão de custo industrial.

	TechnNOVA	Texturizar
	Passo Fundo - RS (55) 99977-2103 technnova.com.br	Caxias do Sul - RS (54) 3028-2857 texturizarmatrizes.com.br
Tipo de prestação de serviços em que é especializado	Consultoria em processos de estampagem e soldagem, treinamentos industriais, caracterização de materiais e simulação	Texturização, polimento, gravação laser e jateamento técnico em matrizes em geral

O GUIA PRÁTICO DE VENDAS PARA GRANDES, MÉDIAS E PEQUENAS INDÚSTRIAS QUE TODO VENDEDOR DEVERIA LER

POR **RODRIGO PORTES**

Nem toda indústria é igual, e sua estratégia de vendas também não deveria ser.

No mercado industrial, a forma como você vende para uma multinacional com comitê de compras, processo técnico e múltiplos decisores é totalmente diferente da abordagem que funciona com uma pequena empresa familiar que decide em poucos dias.

Mas ainda vemos muitos vendedores, gestores e até empresas inteiras aplicando uma mesma estrutura comercial para todos os tipos de clientes. O resultado? Ciclos travados, oportunidades perdidas, propostas ignoradas e metas cada vez mais difíceis de bater.

Foi pensando nisso que preparei este guia prático e direto, comparando as principais diferenças entre vender para:

- Grandes Empresas (*Enterprise*)
- Empresas de Médio Porte (*Mid-Market*)
- Pequenas Empresas (SMBs)

Você vai descobrir como ajustar sua linguagem, seu conteúdo, seu processo, sua abordagem e seu ritmo de negociação conforme o perfil de cada cliente. Isso permite trabalhar com mais clareza, ser mais preciso nas interações e aumentar significativamente suas chances de fechar negócios.

Se você atua ou lidera vendas industriais, este é o tipo de conteúdo que pode mudar sua próxima negociação.

01 Educação sobre o Problema

- **Grandes Indústrias:** Aposte em diagnósticos profundos, relatórios de *benchmark* e análises de mercado.
- **Médias Indústrias:** Use estudos de caso com foco em ROI, calculadoras e iscas para gerar *leads* qualificados.
- **Pequenas Indústrias:** Invista em vídeos curtos, tutoriais, *checklists* e conteúdos práticos.

02 Propósito da Venda

- ***Enterprise*:** Ajudar diversos decisores a se alinharem em torno de um problema estratégico.
- ***Mid-Market*:** Criar senso de urgência e esclarecer dores para tomadores de decisão e influenciadores.
- **SMB:** Mostrar que há um problema que pode ser resolvido — e que vale a pena agir agora.

03 Pesquisa de Soluções

- ***Enterprise*:** Forneça *whitepapers*, comparações técnicas entre fornecedores e revisões legais.
- ***Mid-Market*:** Demonstrações práticas, matrizes de comparação e ROI simplificado.
- **SMB:** Comparações diretas de ferramentas, depoimentos e soluções com boa relação custo-benefício.

04 Avaliação e Decisão

- ***Enterprise*:** Aprofundamento em escalabilidade, integrações e retorno de longo prazo.
- ***Mid-Market*:** Comparação entre alternativas, tempo de implementação e usabilidade.
- **SMB:** Preço, facilidade de uso e funcionalidade imediata.

05 Escolha da Solução

- ***Enterprise*:** Propostas sob medida, aprovação executiva e envolvimento do setor de compras.
- ***Mid-Market*:** Demonstrações ao vivo, alinhamento interno e plano de implementação.
- **SMB:** Teste grátis, página de preços clara e inscrição simplificada.

06 Movimento de Vendas

- ***Enterprise*:** Processo consultivo com múltiplos pontos de contato e várias reuniões.
- ***Mid-Market*:** Venda consultiva com foco em segurança e rapidez na tomada de decisão.
- **SMB:** Venda direta, com chamada para ação clara e sem atrito.

07 Resultado Típico

- ***Enterprise*:** Ciclo longo, mas com alto valor e retenção.

- ***Mid-Market*:** Ciclo médio, bom encaixe e valor recorrente.
- **SMB:** Conversão rápida — ou desqualificação rápida.

08 Complexidade do Processo

- ***Enterprise*:** Alta – muitos envolvidos, etapas e alinhamento interno.
- ***Mid-Market*:** Média – exige estrutura, mesmo com menos pessoas.
- **SMB:** Baixa – vendas rápidas, produto ou *fundador-led*.

09 Tempo para Fechamento

- ***Enterprise*:** 60 a 180+ dias.
- ***Mid-Market*:** 30 a 90 dias.
- **SMB:** 0 a 30 dias — com urgência e alinhamento

CONCLUSÃO

Independentemente do porte da indústria, um ponto é claro: adaptar o processo comercial ao perfil da empresa é essencial para alcançar resultados consistentes. Estratégias genéricas tendem a falhar porque ignoram as nuances de cada segmento.

Empresas maiores exigem ciclos mais longos, múltiplos decisores e profundidade técnica. Já as pequenas indústrias valorizam agilidade, clareza e soluções práticas. Entender essas diferenças é o que separa vendedores comuns de equipes comerciais de alta performance. ■

Fonte: https://rodrigoportes.com.br/o-guia-pratico-de-vendas-para-grandes-medias-e-pequenas-industrias-que-todo-vendedor-deveria-ler/



Rodrigo Portes - Graduado em Eng. Elétrica, com MBA Executivo em Marketing e especializações em Gestão Executiva de Vendas, Negócios e Indústria 4.0. Trabalhou mais de 28 anos em posições de liderança na área comercial em renomadas empresas multinacionais do setor industrial, como Rockwell Automation, Siemens, Parker Hannifin, GE e Norgren. É autor de 4 Ebooks sobre Vendas B2B, Vendas Digitais e Indústria 4.0. Atualmente é palestrante, mentor e consultor de vendas B2B industriais e indústria 4.0.





Fachada da empresa.

DE JOINVILLE PARA O BRASIL: A HISTÓRIA DE UMA EMPRESA QUE RESPIRA O SETOR FERRAMENTAL

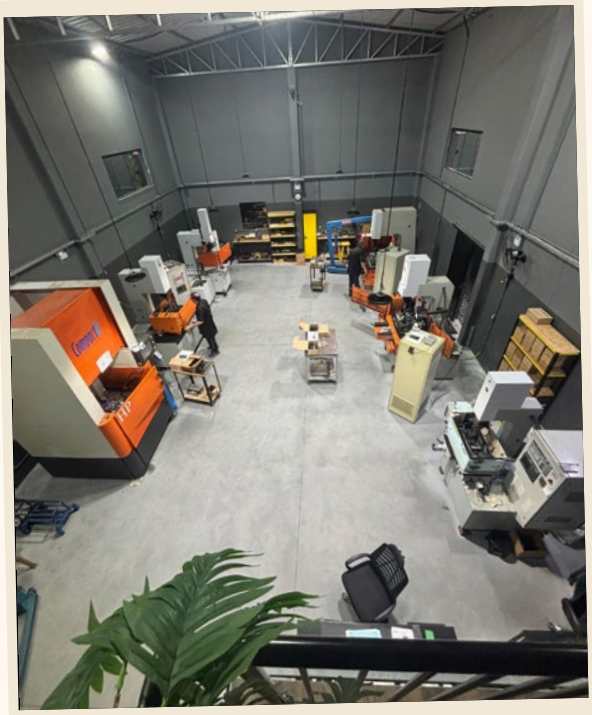
Fundada há 17 anos, a Brehauser investe em modernização e quer ser referência nacional nos serviços de usinagem

POR **GISÉLLE ARAUJO CEMIN**

Fundada em 2007, a Brehauser LTDA consolidou-se como uma referência no setor de usinagem. Atende clientes em diferentes estados brasileiros e contribui para a exportação de peças de alta precisão. O nome da empresa é resultado da união dos sobrenomes de seus fundadores, Brehm e Beckhauser, dois profissionais que transformaram experiência e visão empreendedora em um negócio sólido e inovador.

Com ampla experiência no setor, Marcos Brehm, que é sócio e ainda opera as máquinas, construiu sua trajetória atuando em diversas ferramentarias de Joinville, passou por funções técnicas como operador de eletroerosão e cargos de liderança. Movido pelo sonho de empreender, ele uniu forças a Raphael Beckhauser, recém-formado em Mecânica e Fabricação, que iniciava na área de ferramentaria. *"Naquela época, o Raphael estava namorando minha filha. Unimos nossos esforços para formar a empresa"*, explica Marcos.

No início, a história da empresa foi escrita dentro de uma edícula de 60m², no bairro Vila Nova, em Joinville, Santa Catarina. Com apenas uma máquina de eletroerosão penetração e o trabalho conjunto dos dois sócios, a empresa deu seus primeiros passos fabricando ferramentais para moldes e matrizes. *"Vimos a necessidade de ampliar nosso espaço para atender melhor nossos clientes. Hoje, a empresa está instalada em uma moderna sede própria de 280m², ainda no bairro Vila Nova. Temos uma infraestrutura ampliada, com parque fabril atualizado e, claro, dois colaboradores que se unem a nós com grandes planos para o futuro"*, salienta Raphael, gestor das áreas comercial e operacional.



Vista parceal área fabril.



Sócio Marcos Brehm.

Atuação e serviços

Desde a sua fundação, a Brehauser mantém o foco em usinagem por eletroerosão penetração, atendendo a setores estratégicos como:

- Moldes e matrizes para injeção de termoplásticos;
- Moldes para injeção em alumínio sob pressão;
- Indústria automobilística e linha branca;
- Automação industrial, embalagens e conexões;
- Gravações e peças técnicas de precisão.

Entre seus principais clientes estão gigantes industriais como Weg, Tigre, Rotoplast e Britânia, além de diversas ferramentarias espalhadas pelo Brasil. A produção atual chega a 2.000 horas/mês, com capacidade para atender demandas de alta complexidade e com prazos curtos. *"Este é um desafio cada vez mais presente no setor"*, comenta Marcos.

A Brehauser atende principalmente o município de Joinville, a região Oeste de Santa Catarina, as capitais Curitiba e São Paulo, mas também participa indiretamente do mercado internacional, já que parte de suas peças, produzidas para clientes brasileiros é exportada para outros países.

Cimatron e AutoCad são os softwares avançados utilizados nas produções, aliados a equipamentos de precisão. Conforme os sócios, um dos projetos de maior relevância na história da empresa está a usinagem de um molde para cadeirinha infantil Isofix, em uma cavidade de 2,5 toneladas. *"Foi um grande trabalho, onde precisamos demonstrar nossa capacidade técnica e compromisso com a qualidade"*, reflete Raphael.

Evolução e desafios

Ao longo de sua trajetória, os gestores enfrentaram momentos de instabilidade econômica, mas souberam se adaptar e manter o ritmo de produção. Em 2024, a mudança para a nova sede marcou um novo capítulo de crescimento, permitindo investimentos em modernização e ganho de produtividade. Segundo Marcos, o mercado mudou significativamente desde 2007: *"As peças estão cada vez mais complexas e os prazos mais curtos, exigindo eficiência e precisão como nunca"*.

Os planos para os próximos anos incluem inovar e modernizar o parque fabril, buscando maior agilidade no processo produtivo e fortalecer o posicionamento da empresa como referência nacional em usinagem.

Com uma trajetória marcada por competência técnica, visão estratégica e compromisso com a excelência, a Brehauser segue moldando o futuro da ferramentaria brasileira. *"Peça por peça, com precisão milimétrica, seguimos participando do desenvolvimento de diversos produtos, para diferentes seguimentos, isso é muito gratificante"*, conclui Raphael. ■

BREHAUSER

Rua: Santa Bárbara, 263 - Vila Nova - Joinville - SC
CEP 89237-235 | +55 (47) 3439-5953

AÇO VERDE: A REVOLUÇÃO SUSTENTÁVEL NA PRODUÇÃO DE AÇO

POR **LARISSA SOARES** E **LETÍCIA DURVAN**

A siderurgia é tradicionalmente responsável por uma significativa parcela das emissões globais de CO^2, e a busca por alternativas sustentáveis tem se intensificado nos últimos anos. Nesse contexto, o aço verde surge como uma solução estratégica para a descarbonização da indústria, prometendo reduzir drasticamente as emissões associadas à produção de aço. Essa tecnologia não apenas impacta a cadeia produtiva, mas também abre oportunidades para inovação em engenharia, pesquisa e desenvolvimento, e novas formas de gestão de energia e materiais.

O que é Aço Verde e por que é importante

O aço verde é produzido com baixa ou zero emissão de carbono, em processos que substituem o carvão mineral tradicional por fontes limpas, como hidrogênio verde ou biomassa renovável. Segundo a Iberdrola (2025), o diferencial está na *"substituição do agente redutor fóssil por alternativas que não emitem CO^2 durante o processo de redução do minério de ferro"*.

Essa inovação é estratégica porque possibilita manter a competitividade do setor siderúrgico em um cenário de regulação ambiental cada vez mais rigorosa e, ao mesmo tempo, atender à crescente demanda de consumidores e investidores por produtos de baixo impacto ambiental. No Brasil, empresas já anunciaram investimentos bilionários em projetos de pesquisa e inovação voltados ao aço verde. A Vale, por exemplo, firmou parcerias com a ArcelorMittal e a Gerdau para desenvolver rotas tecnológicas de produção de baixo carbono, enquanto a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) avalia adaptações em suas plantas industriais. Somados, os aportes já ultrapassam R$ 10 bilhões e envolvem iniciativas de produção integrada de hidrogênio verde e testes-piloto em escala industrial (Valor Econômico, 2025).

Tecnologias de produção e desafios para a viabilidade econômica

A produção de aço verde envolve tecnologias que substituem os combustíveis fósseis tradicionais por alternativas limpas. Entre elas, o uso de hidrogênio verde como agente redutor do minério de aço tem se destacado.



Imagem gerada por inteligência artificial

Entretanto, essa abordagem enfrenta desafios significativos, como o alto custo do hidrogênio produzido a partir de fontes renováveis e a necessidade de infraestrutura de energia limpa em larga escala (Iberdrola, 2025).

Além disso, adaptar plantas siderúrgicas existentes para essas novas tecnologias requer investimentos substanciais e planejamento estratégico. A conversão das instalações

convencionais para processos sustentáveis envolve não apenas modificações físicas, mas também ajustes operacionais, treinamento de equipes e implementação de sistemas de monitoramento e controle que garantam eficiência energética e qualidade do produto.

Impactos para engenharia e P&D

A emergência do aço verde cria demandas para engenharia e pesquisa e desenvolvimento. Profissionais precisam adquirir competências em materiais inovadores, processos de redução alternativos e gestão de energias renováveis. Além disso, surgem oportunidades de inovação em logística, armazenamento e transporte de hidrogênio, elementos críticos para viabilizar a cadeia produtiva de forma segura e econômica.

Do ponto de vista financeiro e competitivo, a produção de aço verde ainda apresenta desafios. O custo final do aço pode ser mais elevado do que o do aço convencional, exigindo estratégias de otimização de processos e políticas de incentivo à adoção de tecnologias sustentáveis. No entanto, o investimento em aço verde representa uma aposta de longo prazo, alinhada às tendências globais de sustentabilidade e às exigências regulatórias cada vez mais rigorosas (Valor Econômico, 2025).

Conclusão

O aço verde não é apenas uma inovação tecnológica, mas uma resposta estratégica à urgência de descarbonizar a indústria do aço. Ele combina redução de emissões, novas formas de produção e oportunidades de inovação em engenharia, P&D e gestão energética. Apesar dos desafios de custo, infraestrutura e adaptação industrial, a tendência é que sua adoção se torne crescente, transformando a cadeia produtiva do aço em uma referência de sustentabilidade e eficiência operacional.

Para a indústria, compreender as tecnologias e estratégias por trás do aço verde é essencial para planejar investimentos, desenvolver competências internas e se posicionar de forma competitiva no cenário global de produção sustentável. ■

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@vdibrasil.com.br
www.vdibrasil.com



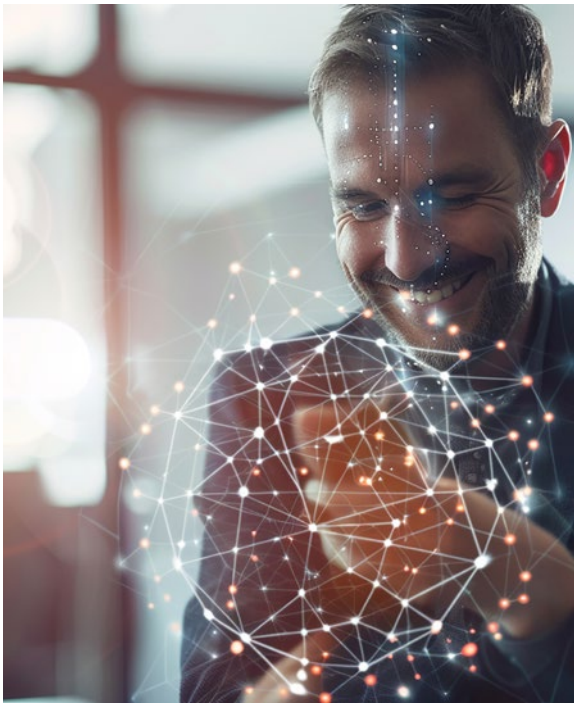
A VENDA ESTRATÉGICA DE FERRAMENTAIS: TRANSFORMANDO AÇO EM LUCRATIVIDADE - COM O USO DA IA?

POR **MICHELLE BORCHARDT - PAULO CESAR SILVEIRA**

No dinâmico cenário da indústria de ferramentaria, a transação de um molde ou uma matriz transcende a mera aquisição de um componente físico. Ela representa a internalização de uma promessa: a otimização de processos, a elevação da qualidade do produto final e, em última instância, o incremento da lucratividade. Se a abordagem comercial de sua equipe ainda se restringe a especificações técnicas como o tipo de aço, o número de cavidades ou as horas de usinagem, o foco está na venda do 'aço'. O imperativo atual é migrar para a venda da 'lucratividade'.

A comercialização de um ferramental de alta complexidade é, em sua essência, um projeto de engenharia intrinsecamente ligado a uma negociação comercial. Caracterizada por ciclos de venda estendidos, a presença de múltiplos decisores – abrangendo engenharia, produção e compras – e um elevado risco percebido pelo cliente, essa jornada pode comprometer negócios de valor inestimável. A chave para o sucesso neste ambiente não reside na oferta do menor preço, mas sim na apresentação da solução que agrega o maior valor.

Este artigo visa desmistificar e estruturar um processo comercial que converte discussões técnicas aprofundadas em contratos solidificados, com um olhar atento às particularidades da indústria de ferramentaria e o potencial transformador da Inteligência Artificial.



Banco de imagens: Freepik

PASSO 1: PARE DE PROCURAR CLIENTES, COMECE A ENCONTRAR PROBLEMAS: A PROSPECÇÃO INTELIGENTE NA FERRAMENTARIA

A prospecção convencional frequentemente falha por sua natureza genérica. O primeiro contato com um engenheiro de produto, um gerente de manufatura ou um diretor de operações em uma empresa que demanda ferramentais precisa demonstrar uma compreensão profunda de seu universo e de seus desafios intrínsecos. Não se trata de vender um produto, mas de oferecer uma solução para uma dor latente.

Prospecção Ativa (Caça Qualificada):

Em vez de realizar chamadas frias oferecendo genericamente os serviços de sua ferramentaria, a abordagem deve ser investigativa e cirúrgica. Considere as seguintes estratégias:

- **Análise de Mercado e Tendências:** Monitore o lançamento de novos produtos em setores que são grandes consumidores de ferramentais, como automotivo, linha branca, embalagens, médico-hospitalar e eletrônicos. Empresas que anunciam novos modelos de veículos, eletrodomésticos ou dispositivos médicos, por exemplo, inevitavelmente demandarão novos moldes de injeção

plástica, matrizes de estampo ou ferramentas de corte. Utilize ferramentas de análise de mercado e notícias do setor para identificar essas movimentações. Por exemplo, a notícia de que uma montadora lançará uma nova plataforma de veículos elétricos é um sinal claro de demanda futura por ferramentais de grande porte e alta complexidade para componentes estruturais e de acabamento.

- **Expansão e Modernização:** Identifique empresas que estão anunciando planos de expansão de capacidade produtiva, aquisição de novas máquinas ou modernização de suas linhas de produção. Uma nova prensa de alta tonelagem, por exemplo, pode indicar a necessidade de matrizes maiores e mais robustas, ou a busca por soluções que otimizem o tempo de *setup* e a vida útil da ferramenta. Plataformas como LinkedIn Sales Navigator e ferramentas de inteligência de mercado podem ser valiosas para mapear essas oportunidades.
- **Abordagem Baseada em Desafios:** Ao abordar decisores técnicos, o foco deve ser em um desafio comum do setor, não em um catálogo de produtos. Perguntas como: *"Como sua equipe lida com o desgaste prematuro de ferramentas em processos de alta abrasão?"* ou *"Quais são os principais gargalos na produção de peças com geometrias complexas que exigem múltiplos estágios de estampagem?"* demonstram conhecimento e empatia com a realidade do cliente. Isso abre portas para uma conversa mais aprofundada sobre como sua ferramentaria pode ser a solução.

Prospecção Passiva (Atração de Autoridade):

O engenheiro e o gestor de produção contemporâneos são proativos na busca por informações e soluções. Eles pesquisam exaustivamente antes de sequer considerar um contato comercial. Sua ferramentaria deve se posicionar como uma fonte de conhecimento e autoridade técnica. Crie conteúdo de valor que responda às suas dúvidas e os eduque:

- **Artigos Técnicos e Estudos de Caso:** Desenvolva artigos que abordem problemas específicos e apresentem soluções práticas. Exemplos incluem: *"3 Sinais Inequívocos de que sua Matriz de Estampo Precisa de um Retrofit Urgente para Evitar Paradas de Produção"* ou *"Como a Simulação de Fluxo Pode Reduzir em 30% o Empenamento em Peças Injetadas e Otimizar o Tempo de Ciclo"*. Publicar estudos de caso detalhados sobre como sua ferramentaria resolveu desafios complexos para outros clientes, quantificando os ganhos em produtividade e redução de custos, é extremamente eficaz.
- ***Webinars* e *Workshops Online*:** Ofereça sessões online sobre temas relevantes, como *"Manufatura Aditiva na*




CAPACIDADE FABRIL
DE MOLDES ATÉ
35TON



fernando@kammoldes.com.br
www.kammoldes.com.br

47 3425 4098
47 3427 3206
47 3437 2419

Rua Jacy Macedo Lobo, 70
CEP 89225-890
Aventureiro - Joinville - SC

KAMMOLDES FERRAMENTARIA 20 ANOS

Ferramentaria: Reduzindo o Tempo de Desenvolvimento de Protótipos e Ferramentas" ou *"Estratégias para Aumentar a Vida Útil de Ferramentas de Corte em Ligas Especiais"*. Esses eventos não apenas atraem *leads* qualificados, mas também posicionam sua empresa como líder de pensamento no setor.

- **Conteúdo Interativo e Ferramentas:** Desenvolva calculadoras online para estimar o TCO (Custo Total de Propriedade) de um novo ferramental versus a manutenção de um antigo, ou infográficos que expliquem os benefícios de diferentes tratamentos térmicos para aços ferramenta. Torne-se a referência técnica que o cliente busca, construindo confiança e credibilidade antes mesmo do primeiro contato direto.

Ao adotar essas abordagens, sua ferramentaria deixa de ser apenas um fornecedor e se torna um parceiro estratégico, um solucionador de problemas que entende as nuances e os desafios do chão de fábrica e da gestão industrial.

PASSO 2: QUALIFICAÇÃO É UM DIAGNÓSTICO, NÃO UM INTERROGATÓRIO: A ARTE DE ENTENDER A DOR DO CLIENTE

Um erro recorrente no processo comercial é a precipitação em apresentar soluções antes de uma compreensão aprofundada das reais necessidades e dores do cliente. Na venda de ferramentais, onde o investimento é significativo e o impacto na produção é direto, essa etapa é ainda mais crítica. Antes de esboçar qualquer proposta, sua equipe deve ser capaz de responder a perguntas cruciais que revelem o cenário completo do cliente. A metodologia *SPIN Selling*, com sua abordagem estruturada, é uma ferramenta poderosa para isso, adaptada para o contexto da ferramentaria:

- **Situação (S):** O objetivo é coletar fatos e dados sobre a situação atual do cliente, sem julgamentos. No contexto da ferramentaria, isso se traduz em perguntas como:
  - *"Qual o volume de produção anual estimado para esta nova peça, e qual a projeção para os próximos 3 a 5 anos?"* (Isso ajuda a dimensionar a capacidade do ferramental e a prever a vida útil necessária).
  - *"Em quais máquinas o ferramental irá operar? Quais são as especificações técnicas dessas máquinas (força de fechamento, dimensões da placa, etc.)?"* (Essencial para garantir a compatibilidade e otimizar o projeto do ferramental).
  - *"Qual o material da peça a ser produzida e quais são as tolerâncias dimensionais e de acabamento superficial exigidas?"* (Informações cruciais para a seleção do aço ferramenta, tratamentos térmicos e processos de usinagem).
  - *"Existe um ferramental similar em uso atualmente? Se sim, qual o histórico de manutenção e vida útil?"* (Permite identificar pontos de melhoria e desafios pré-existentes).

- **Problema (P):** Uma vez compreendida a situação, o foco se volta para a identificação das dificuldades, insatisfações ou desafios que o cliente enfrenta. Perguntas eficazes na ferramentaria incluem:
  - *"Quais são os principais desafios que vocês enfrentam hoje com seus ferramentais atuais ou com o processo de produção desta peça?"* (Exemplos: *"Rebarba excessiva, empenamento da peça, paradas frequentes para manutenção corretiva, alto índice de refugo, dificuldade em manter a repetibilidade dimensional?"*).
  - *"A vida útil dos seus ferramentais atende às expectativas de produção?"* (Se não, qual o impacto disso?).
  - *"Há gargalos no processo de injeção/estampagem/corte que estão limitando a produtividade?"* (Pode ser o tempo de ciclo, a necessidade de operações secundárias, etc.).

- **Implicação (I):** Esta é a etapa crucial para transformar a *"dor"* em *"prejuízo financeiro"*. O cliente precisa visualizar o custo real dos problemas. Perguntas de implicação na ferramentaria:
  - *"Como um ciclo de injeção 5 segundos mais longo impacta seu custo final por peça, considerando o volume de produção anual?"* (Quantifique o custo da ineficiência).
  - *"Quantas horas de produção vocês perdem por ano devido a manutenções não programadas ou quebras de ferramental? Qual o custo-hora da sua linha de produção?"* (Transforme tempo de inatividade em perda financeira).
  - *"Qual o custo associado ao refugo de peças devido a problemas de qualidade do ferramental?"* (Custo de material, energia, mão de obra, retrabalho).
  - *"Se o ferramental atual não atinge a vida útil esperada, qual o impacto na necessidade de substituição antecipada e nos custos de capital?"* (Custo de oportunidade e investimento).

- **Necessidade de Solução (N):** Finalmente, o cliente é guiado a verbalizar o valor de uma solução que resolva seus problemas. A ideia é que ele *"compre"* a solução antes mesmo de você apresentá-la. Exemplos:
  - *"Se pudéssemos garantir um ferramental com 99% de disponibilidade e um ciclo de injeção 15% mais rápido, que impacto isso teria em suas metas de produção e lucratividade para o próximo ano?"* (Foca nos ganhos tangíveis).
  - *"Como a redução do refugo em X% e a eliminação de rebarbas impactaria a qualidade final do seu produto e a satisfação do seu cliente?"* (Conecta a solução a benefícios estratégicos).

- *"Se o novo ferramental pudesse reduzir a necessidade de manutenção em 50% ao longo de 5 anos, como isso liberaria recursos da sua equipe de manutenção para outras prioridades?"* (Benefícios operacionais e de alocação de recursos).

O Ponto de Virada: A venda deixa de ser sobre o custo do seu ferramental e passa a ser sobre o custo do problema do cliente. Ao quantificar a dor, sua proposta de valor se torna a solução para um problema financeiro e operacional, e não apenas a venda de um item de capital. Este diagnóstico aprofundado é a base para uma proposta irrecusável.

PASSO 3: A PROPOSTA DE VALOR NÃO É UM ORÇAMENTO, É UM PLANO DE NEGÓCIOS: JUSTIFICANDO O INVESTIMENTO

Nesta fase crucial, o cliente não busca apenas saber o preço do ferramental, mas sim compreender o porquê do investimento e o retorno que ele trará. Sua apresentação de proposta deve ser uma resposta direta e estratégica ao diagnóstico minucioso realizado na etapa de qualificação. É o momento de traduzir características técnicas em benefícios tangíveis e quantificáveis, especialmente para o público de gestão.

- **Fale de Benefícios, Não de Características:** A linguagem técnica é vital para a engenharia e produção, mas a gestão fala a língua dos resultados. Em vez de afirmar *"usamos aço P20 com tratamento térmico X e dureza Y HRC"*, reformule para *"garantimos uma vida útil de 1 milhão de ciclos sem perda de qualidade dimensional, o que se traduz em uma economia projetada de 15% nos custos de manutenção e substituição ao longo de 5 anos, além de assegurar a continuidade da produção sem interrupções inesperadas"*. Para um ferramental de estampo, por exemplo, em vez de detalhar a geometria complexa dos punções e matrizes, foque em como essa geometria, aliada a um tratamento superficial específico, permitirá a produção de 500.000 peças a mais antes da primeira afiação, reduzindo o custo por peça e aumentando a eficiência da linha.
- **Use a Tecnologia para Provar, Não Apenas para Afirmar:** A credibilidade da sua proposta é amplificada quando apoiada por dados e simulações. Não se limite a dizer que seu ferramental é superior; prove-o:
  - **Simulações:** Apresente resultados de simulações de engenharia assistida por computador que demonstrem a otimização do preenchimento do molde de injeção,



a análise de conformação da chapa para evitar trincas e enrugamentos em matrizes de estampo, ou a distribuição de tensões em ferramentas de corte sob carga. Mostre como essas análises preditivas garantem a performance do ferramental antes mesmo de sua fabricação, mitigando riscos e custos de retrabalho. Por exemplo, uma simulação de fluxo de plástico pode prever e corrigir pontos de solda fria ou bolhas de ar, evitando refugo e otimizando o tempo de ciclo.

- **Protótipos Rápidos e Validação:** Ofereça a possibilidade de prototipagem rápida (impressão 3D de componentes do ferramental ou da peça final) para validação do design e da funcionalidade. Isso não é um custo adicional, mas uma ferramenta poderosa para mitigar o medo do cliente em relação ao investimento e acelerar o processo de decisão. Para a ferramentaria, isso pode significar a impressão 3D de um inserto complexo para testes de montagem ou a validação ergonômica de um dispositivo de controle.
- **Mostre o Custo Total de Propriedade (TCO):** O preço de aquisição é apenas uma parte da equação. O TCO considera todos os custos associados ao ferramental ao longo de sua vida útil. Seu ferramental pode ter um custo inicial 20% maior que o da concorrência, mas se ele:
  - Reduzir o refugo em 10% (economia de matéria-prima e energia).
  - Diminuir o tempo de ciclo em 15% (aumento da produtividade).
  - Exigir 50% menos paradas para manutenção não programada (redução de custos de manutenção e aumento da disponibilidade da máquina).
  - Apresentar uma vida útil 30% superior (menor frequência de substituição).

Lembre-se: Segundo dados do LinkedIn, 96% dos tomadores de decisão consideram uma oferta quando o vendedor demonstra um entendimento profundo de suas necessidades de negócio. Falar a língua da engenharia e da produção é fundamental para estabelecer a conexão técnica, mas falar a língua da lucratividade e do retorno sobre o investimento é o que, de fato, fecha o negócio e transforma sua ferramentaria em um parceiro estratégico indispensável.

O PODER DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA VENDA DE FERRAMENTAIS: OTIMIZANDO CADA ETAPA

A Inteligência Artificial (IA) não é mais uma promessa futurista, mas uma realidade transformadora que pode revolucionar o processo de vendas na indústria de ferramentaria, tornando-o mais eficiente, preditivo e personalizado. Ao integrar a IA nas etapas de prospecção, qualificação e apresentação de valor, sua equipe pode operar com uma precisão e escala antes inatingíveis.



Banco de imagens: Freepik

IA NA PROSPECÇÃO: ENCONTRANDO OPORTUNIDADES OCULTAS

A prospecção, que tradicionalmente consome tempo e recursos, pode ser drasticamente otimizada pela IA:

- **Análise Preditiva de Mercado:** Algoritmos de IA podem analisar vastos volumes de dados – notícias do setor, relatórios financeiros, lançamentos de produtos de concorrentes, patentes registradas e até mesmo menções em redes sociais – para identificar empresas com alta probabilidade de demandar novos ferramentais. Por exemplo, a IA pode prever que uma empresa de autopeças está prestes a lançar um novo componente que exigirá um molde de injeção complexo, muito antes de qualquer anúncio oficial. Isso permite uma abordagem proativa e altamente direcionada.
- **Identificação de Perfis de Clientes Ideais (ICP):** A IA pode analisar o histórico de clientes bem-sucedidos da sua ferramentaria para construir um Perfil de Cliente Ideal (ICP) detalhado. Ela identifica padrões em dados demográficos, comportamento de compra, desafios enfrentados e tecnologias utilizadas. Com base nesse ICP, a IA varre a internet e bancos de dados públicos para encontrar empresas e contatos que se encaixam perfeitamente, gerando listas de prospecção altamente qualificadas e reduzindo o tempo gasto em *leads* sem potencial.
- **Monitoramento de Sinais de Compra:** Ferramentas de IA podem monitorar a atividade online de empresas e indivíduos, buscando por *"sinais de compra"* (*buying signals*). Isso inclui visitas a páginas específicas do seu site, downloads de materiais técnicos, participação em *webinars* sobre temas relacionados a ferramentais, ou até mesmo menções a problemas de produção em fóruns e redes profissionais. Ao identificar esses sinais, a IA alerta a equipe de vendas para uma oportunidade quente, permitindo uma abordagem contextualizada e no momento certo.

IA NA QUALIFICAÇÃO: REFINANDO O FUNIL DE VENDAS

Uma vez que um *lead* é identificado, a IA pode aprimorar significativamente o processo de qualificação, garantindo que apenas as oportunidades mais promissoras avancem:

- **Pontuação de *Leads* (*Lead Scoring*) Avançada:** A IA vai

além da pontuação de *leads* tradicional, que se baseia em regras pré-definidas. Ela utiliza aprendizado de máquina para analisar o comportamento do *lead*, seu engajamento com seu conteúdo, seu perfil e sua adequação ao ICP, atribuindo uma pontuação dinâmica que reflete a probabilidade real de conversão. *Leads* com alta pontuação são automaticamente priorizados para o SDR ou vendedor técnico, otimizando o uso do tempo da equipe.

- ***Chatbots* e Assistentes Virtuais Inteligentes:** *Chatbots* alimentados por IA podem realizar a primeira triagem e qualificação de *leads* em seu site ou redes sociais. Eles podem interagir com o visitante, fazer perguntas de qualificação (como as do *SPIN Selling*), coletar informações essenciais sobre o projeto e até mesmo agendar reuniões com o SDR ou vendedor técnico, liberando a equipe humana para tarefas de maior valor agregado. Para a ferramentaria, um *chatbot* pode perguntar sobre o tipo de peça, material, volume de produção e urgência, direcionando o *lead* para o especialista certo.
- **Análise de Conversas e Sentimento:** Ferramentas de IA podem transcrever e analisar conversas (e-mails, chamadas gravadas, interações em chat) entre *leads* e sua equipe. Elas identificam palavras-chave, intenção de compra, objeções comuns e o sentimento geral do *lead*. Essa análise fornece *insights* valiosos para o SDR e o vendedor técnico, permitindo que eles adaptem sua abordagem, antecipem objeções e personalizem a comunicação de forma mais eficaz.

IA NA PROPOSTA DE VALOR: PERSONALIZAÇÃO E PREVISÃO

A IA pode transformar a criação e apresentação da proposta de valor, tornando-a mais persuasiva e alinhada às necessidades específicas de cada cliente:

- Geração de Propostas Personalizadas: Com base nos dados coletados durante a prospecção e qualificação, a IA pode auxiliar na criação de propostas de valor altamente personalizadas. Ela pode sugerir exemplos de casos de sucesso relevantes, destacar os benefícios mais atraentes para aquele cliente específico (focando em redução de TCO, aumento de produtividade, etc.) e até mesmo gerar seções de texto que abordem diretamente as dores identificadas. Isso economiza tempo do vendedor e aumenta a relevância da proposta.
- Previsão de Resultados e ROI: A IA pode utilizar modelos preditivos para estimar o Retorno sobre o Investimento (ROI) e o tempo de *payback* de um novo ferramental para o cliente. Ao inserir dados como volume de produção, custo atual de refugo, tempo de ciclo e custos de manutenção, a IA pode gerar projeções financeiras detalhadas que demonstram o impacto positivo do seu ferramental na lucratividade do cliente. Isso transforma a proposta de um custo em um investimento estratégico com retorno comprovado.
- Otimização de Preços e Descontos: Algoritmos de IA podem analisar dados históricos de vendas, comportamento do cliente e condições de mercado para sugerir a precificação ideal para cada proposta. Ela pode identificar o ponto de preço que maximiza a probabilidade de fechamento do negócio, ao mesmo tempo em que otimiza a margem de lucro da sua ferramentaria. Além disso, pode sugerir o nível de desconto mais eficaz, evitando concessões desnecessárias.

A ferramentaria do futuro já está aqui, e ela é estratégica, tecnológica e focada no valor. Ao adotar a Inteligência Artificial, a ferramentaria não apenas moderniza seu processo de vendas, mas também ganha uma vantagem competitiva significativa. A IA libera a equipe de vendas de tarefas repetitivas, permitindo que se concentrem no que fazem de melhor: construir relacionamentos, entender profundamente as necessidades dos clientes e fechar negócios complexos que transformam *"aço"* em *"lucratividade"* para todos os envolvidos.

Tenha um excelente dia hoje e sempre, pois o mercado é do tamanho da sua competência, influência e reputação. ■



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

CURSOS, EVENTOS E FEIRAS

EVENTOS, FEIRAS E WEBINARS

MÊS	DIA	CIDADE	NOME	SITE	FONE
Setembro	9 a 12	Belo Horizonte/MG	SIM - Semana Industrial Mineira	semanaindustrialmineira.com.br	(+55) 41 3075-1100
	9 a 12	Belo Horizonte/MG	Plastpack - Feira de Tecnologia para a Indústria do Plástico e Embalagens	plastpack.com.br	(+55) 41 3075-1100
	9 a 12	Belo Horizonte/MG	Expofundi - Feira Mineira da Indústria da Fundição	expofundi.com.br	(+55) 41 3075-1100
	22 a 26	Hannover/Alemanha	EMO Hannover 2025 - Feira da Indústria Metalmecânica	emo-hannover.com	(+49) 69 756081-0
	27 a 28	São Paulo/SP	Congresso Internacional de Inovação da Indústria 2025	congressodeinovacao.com.br	(+55) 61 3317-9494
Outubro	1 a 3	Porto Alegre/RS	SENAFOR - 44 Conferência Internacional de Forjamento	senafor.com	(+55) 51 99981-2841
	7 a 9	Milwaukee/EUA	NADCA Congresso de Fundição sob Pressão	diecasting.org	(+1) 847 279-0001
	7 a 10	Joinville/SC	Metalurgia 2025 - Feira e Congresso de Tecnologia para Fundição, Siderurgia, Forjaria, Alumínio e Serviços	messebrasil.com.br	(+55) 47 3451-3000
	8 a 10	Goiânia/GO	COMIND 2025 - Feira de Tecnologia para Indústria e Comércio	qgbusiness.com.br	(+55) 62 98310-1442
	8 a 11	Manaus/AM	Feira da Qualidade do Amazonas	fieam.org.br	(+55) 92 98212-0016
	8 a 15	Düsseldorf/ Alemanha	K 2025 - Feira Internacional do Plástico	k-online.de	(+55) 11 99657-1087
	14 a 17	Caxias do Sul/RS	Mercopar	mercopar.com.br	(+55) 51 99975-0396
	21 a 23	Toronto/Canadá	Plast-Ex 2025 - Feira Canadense para o Plástico	admtoronto.com/en	(+1) 310 857-7365
	22 a 23	Queretáro/México	Meximol 2025 - Feira para Manufatura de Moldes	meximold.com	(+52) 81 1553-7339
	29 a 31	São Paulo/SP	TUBOTECH – Feira Internacional de Tubos, Válvulas, Bombas, Conexões e Componentes	tubotech.com.br	(+55) 11 3159-1010
	30	São Paulo/SP	1º Encontro de Projetistas	https://forms.gle/7HLfLPbgKXTe1ziFA	(+55) 11 3159-1010
Novembro	12 a 13	Cleveland/EUA	Injection Molding Expo 2025 - Feira Americana para a Indústria de Injeção	injectionmoldingexpo.com	(+1) 610 478-0800
	26 a 27	Rio de Janeiro/RJ	3 Encontro Nacional do Fórum Grafeno 2025	grupoaprenda.com.br	(+55) 19 3288-0437

MISSÕES EMPRESARIAIS

MÊS	DIA	CIDADE	NOME	SITE	FONE
Setembro	20 a28	Hannover/ Alemanha	EMO Hannover 2025 - Feira da Indústria Metalmecânica	revistaferramental.com.br	(+55) 47 99709-0020
Outubro	11 a 19	Düsseldorf/ Alemanha	K 2025 - Feira Internacional do Plástico	revistaferramental.com.br	(+55) 47 99709-0020

CURSOS (FIXOS E SOB CONSULTA)

MÊS	DIA	CIDADE	NOME	SITE	FONE
Outubro	21	Online	Injection-Blow	escolalf.com.br	11 3277-0553
	21	Online	Sopro de Pré-formas	escolalf.com.br	11 3277-0553
Novembro	4	Online	Câmara Quente	escolalf.com.br	11 3277-0553
	8 a 9	São Paulo/SP	Custos industriais	escolalf.com.br	11 3277-0553

! 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	Torneamento SolidCAM	fit-tecnologia.com.br	15 99780-9275
	Flexível	Online	Fresamento 2.5D SolidCAM	fit-tecnologia.com.br	15 99780-9275
	Flexível	Online	Fresamento 3D SolidCAM	fit-tecnologia.com.br	15 99780-9275
	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



DICAS DE LEITURA

Livros para você se inspirar



PRODUÇÃO LEAN SIMPLIFICADA: UM GUIA PARA ENTENDER O SISTEMA DE PRODUÇÃO MAIS PODEROSO DO MUNDO

Pascal Dennis

Este livro sintetiza os conceitos da produção enxuta. Pascal Dennis conduz o leitor a entender os fundamentos desse sistema de modo sensato, passo a passo, abordando todos os componentes do sistema lean no contexto do sistema de produção lean como um todo. A abordagem do autor, prática, simples e direta, faz deste livro um recurso indispensável de primeira mão, acessível a todo operador. Com 192 páginas. Editora Bookman. 2ª edição. 2008. ISBN 978-8577801091.

loja.grupoa.com.br



GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL

José Carlos Barbieri

O livro do professor José Carlos Barbieri é referência na literatura que se concentra no tema, tendo como traço característico o enfrentamento de todos os assuntos decorrentes da relação empresa/meio ambiente. Esta edição, revista e atualizada, traz para o leitor uma variada gama de opiniões e propostas relacionadas a cada tema de gestão ambiental tratado e passa a abordar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a governança ambiental, social e corporativa, conhecida como ESG. 280 páginas. Editora Saraiva Uni. 5ª edição. 2023. ISBN 978-8571441446.

grupogen.com.br

WWWEBSITES

DOCSITY.COM/PT/STORE/SELL/

O Docsity é uma plataforma online voltada ao compartilhamento de conhecimento acadêmico e técnico, que pode ser uma ferramenta estratégica para profissionais e empresários da indústria de ferramentaria e usinagem.
O site funciona como uma grande biblioteca colaborativa, reunindo apostilas, resumos, livros digitais, artigos e apresentações produzidos por estudantes, professores e especialistas de diversas áreas da engenharia e da indústria metalmecânica.
Para quem atua em ferramentaria, o Docsity pode ser um aliado importante na busca por conteúdos técnicos sobre processos de usinagem, CNC, moldes, estampos, gestão de produção e sustentabilidade industrial. Além de acessar materiais já disponíveis, há a possibilidade de compartilhar conteúdos próprios, permitindo que profissionais do setor divulguem suas experiências, projetos ou pesquisas.
O Docsity não é apenas um espaço para estudantes, mas também uma fonte de atualização e benchmarking para empresas que buscam melhores práticas e querem se manter competitivas.
Acessar a Docsity significa ter à disposição um acervo diversificado de materiais que apoiam o aprendizado contínuo, a inovação e a formação de equipes mais capacitadas dentro da indústria.



Missão empresarial K Messe 2025 Plástico - Alemanha



A Ferramental leva você para a maior feira do mundo no setor de plásticos!

Venha viver essa experiência única de imersão tecnológica e gerencial.



Luís E. Albano
Empresário

"Mais uma fantástica missão empresarial. Obrigado pela excelente jornada nestes dias intensos de trabalho e convivência. Volto energizado para continuar na caminhada rumo à terra prometida."

Benefícios

- Acesso à tecnologia de última geração.
- Compreensão de modelos de gestão eficiente.
- Troca de experiências em melhores práticas.
- Geração de rede de relacionamento estratégica.
- Compartilhamento de oportunidades de negócio.
- Captação de ideias inovadoras.
- Vivência de cultura local e comportamental.

Incluso:

- Visitação técnica à empresas do segmento.
- Guia técnico especializado.
- Hotéis com café da manhã.
- Passagem aérea classe econômica a partir de São Paulo.
- Taxas de embarque.
- Seguro de viagem com apólice individual.
- Transporte interno no destino dentro do programa.
- Ingressos para acesso às feiras.

Data: De 11/10 a 19/10/2025.
Investimento: Sob consulta.
Consulte condições de pagamento.

Vagas limitadas!

Cadastre-se já!

MAIS INFORMAÇÕES

Agência Bertoldi
47 3028-1115

11/10	Sab	Voo Guarulhos/Frankfurt
12/10	Dom	Chegada Frankfurt / Deslocamento hotel
13/10	Seg	K2025 – Feira Internacional de Tecnologias do Plástico
14/10	Ter	K2025 – Feira Internacional de Tecnologias do Plástico
15/10	Qua	K2025 – Feira Internacional de Tecnologias do Plástico
16/10	Qui	Visita à empresas referência no setor*
17/10	Sex	Visita à empresas referência no setor*
18/10	Sab	Livre / Deslocamento Frankfurt / Voo Frankfurt-Guarulhos
19/10	Dom	Chegada em Guarulhos

Apoio:

ABINFER
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE FERRAMENTAIS

Simpesc

A MULHER NA FERRAMENTARIA

POR **YASUKO YAMAGUCHI NISHIKUNI**

A empresa Tessin, onde atuo, situada em SP e MG, consolidou-se ao longo dos 50 anos de existência como uma indústria metalúrgica familiar composta por estamparia e ferramentaria própria para confecção e manutenção de ferramentais.

Há 15 anos, a gestão da Tessin passou para a segunda geração da família, e com muita gratidão, me tornei a primeira presidente mulher de sua história. Liderar uma indústria historicamente marcada pela predominância masculina é um desafio, mas também um privilégio. Traz a oportunidade de imprimir um olhar atento e particular às transformações do nosso tempo. Como a mais velha das quatro filhas do fundador da empresa, que se tornou médica com experiência em gestão de serviços de saúde, esposa e mãe de um casal de filhos, destacam-se na minha gestão algumas características vinculadas ao olhar feminino, alguns *"cuidados"*, como o de acolher os clientes, os colaboradores e as pessoas, compreender e valorizar suas necessidades e diferenças para entregar os produtos que eles idealizam. Além disso, prevalecem os cuidados de nos esmerarmos no prazo de entrega e otimização do tempo com a multifuncionalidade, e os de qualidade em busca dos produtos perfeitos.

A mulher também é bastante sensível e aberta a formação de sucessores e envolvimento familiar. Pensando na próxima geração, na perpetuidade do negócio e em modernização e fortalecimento de nossa governança, iniciamos um processo de sucessão empresarial. Entre as ações, destacam-se a criação de um conselho de família para garantir alinhamento de valores e visão de futuro, e a estruturação de uma diretoria profissionalizada para melhorar nossas tomadas de decisões.

Nosso levantamento recente sobre ESG mostrou que 70% dos nossos 460 colaboradores são do sexo masculino e 30% do sexo feminino, proporção que se mantém também na liderança. Temos 35 colaboradores nas nossas ferramentarias. Apesar de contarmos com a força feminina em diversas áreas, inclusive nos escritórios de ferramentarias, ainda não temos mulheres ferramenteiras ou projetistas, o que reforça a importância de aplicarmos políticas e ações voltadas à diversidade.

Embora haja avanço na participação feminina na indústria e em áreas correlatas de metalurgia e usinagem, as ferramentarias ainda são marcadamente masculinas. Dados agregados indicam que a indústria brasileira conta com cerca de 25% a 35% de mulheres, com variações regionais; na manufatura global a presença feminina também fica abaixo da paridade, e a representatividade diminui em níveis de gestão. Falta, porém, uma estatística nacional e internacional consolidada só para ferramentarias. Por isso é importante promover levantamentos, ações de formação e políticas de inclusão para que a participação feminina cresça de forma sustentável.

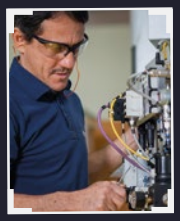
A participação feminina nas ferramentarias ainda é marcada por barreiras culturais profundamente enraizadas. Durante décadas, prevaleceu a visão de que esse ambiente, associado ao manuseio de ferramentais pesados e à exigência de força física, era exclusivamente masculino. Essa mentalidade não apenas limitou as oportunidades para as mulheres, como também reforçou estereótipos que já não se sustentam diante das mudanças tecnológicas e sociais atuais.

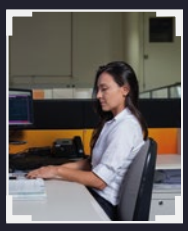
Hoje, o cenário começa a se redesenhar. O avanço dos equipamentos, cada vez mais automatizados, ergonômicos e seguros, vem reduzindo a dependência da força bruta e abrindo espaço para que competências como precisão, criatividade, disciplina, atenção aos detalhes, organização, memória, multifuncionalidade – qualidades reconhecidas nas mulheres – ganhem ainda mais relevância dentro das ferramentarias.

Mudar esse paradigma cultural é fundamental. Mais do que superar desafios técnicos, é necessário transformar a mentalidade coletiva, criando ambientes inclusivos e incentivando a presença feminina em todos os níveis da ferramentaria. Com essa mudança, não só a participação das mulheres tende a crescer de forma efetiva, como todo o setor se beneficiará da diversidade de olhares, experiências e soluções. A Tessin segue comprometida em criar oportunidades e ampliar a participação das mulheres em todas as áreas da empresa, promovendo um ambiente de equidade e representatividade. Convido as mulheres na ferramentaria para me contatarem pelo e-mail. Tenho certeza de que teremos discussões e trocas de experiências riquíssimas. ■



Yasuko Yamaguchi Nishikuni
Conselheira do Grupo Tessin
conselho@tessin.com.br

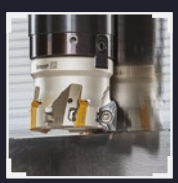
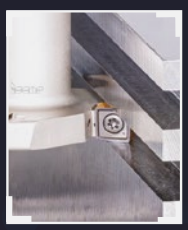
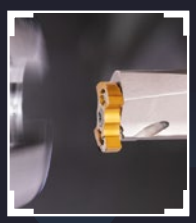
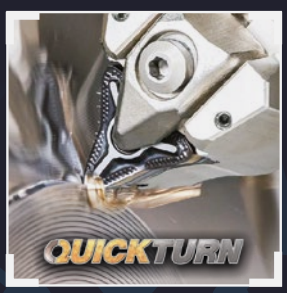



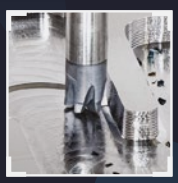
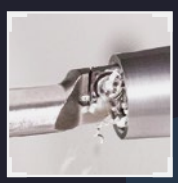






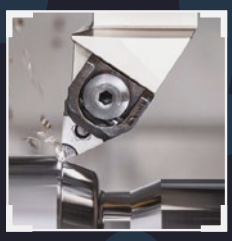














Member IMC Group

ISCAR

30 Anos no Brasil

A ISCAR celebra seus 30 Anos no Brasil agradecendo aos nossos clientes pela confiança e parceria de tantos anos. Nossas tecnologias e soluções em ferramentas e serviços, bem como nossa estrutura e experiência, nos mantém à frente como seu principal fornecedor de ferramentas de usinagem continuando a CONTRIBUIR COM A PROSPERIDADE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA.

Seu molde está com febre?

Quando a temperatura sobe, a sua produtividade desce.



Monitore seu Molde em tempo real

- Identifique problemas de fluxo e temperatura antes que afetem sua produção e gerem prejuízos.
- Garanta o processo perfeito: temperatura e vazão ideais em cada circuito para máxima repetibilidade.
- Otimize o tempo de ciclo e o consumo de água com dados concretos para calibrar a performance de cada molde.

Realize as limpezas com o mínimo de interrupção

- Remova depósitos e calcificações que agem como "isolantes térmicos", roubando a eficiência da refrigeração.
- Restaure o fluxo original dos circuitos e devolva a performance de fábrica ao seu molde.
- Resultado: Ciclos mais rápidos, peças de maior qualidade e mais lucratividade para sua operação.



Não deixe a **"febre"** dos seus moldes derreter sua produtividade.

Fale com nossos especialistas.

Casafer
A CASA DO FERRAMENTEIRO

Escaneie o QRCode ao lado para mais detalhes

casafer.com.br

Tel. **(47) 3027-1019**