INTERFACE TECNOLÓGICA

O INVESTIMENTO EM CENTROS DE TORNEAMENTO E O AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA EM EMPRESAS DE USINAGEM

INVESTMENT IN TURNING CENTERS AND INCREASED PRODUCTION EFFICIENCY IN MACHINING COMPANIES

Marcelo Augusto Guiaro Pinheiro – marcelo.pinheiro01@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

Ramílio Ramalho Reis Filho – ramilio.ramalho@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v22i2.2295
Data de submissão: 19/09/2025
Data do aceite: 03/12/2025
Data da publicação: 20/12/2025

RESUMO

Este artigo analisa a importância e os investimentos realizados por empresas de usinagem em Centros de Torneamento, como estratégia para aumentar a produtividade, reduzir etapas e agilizar processos. Tais investimentos costumam ocorrer quando as empresas atingem certo nível de maturidade estrutural e operacional. A metodologia empregada envolve pesquisa bibliográfica e documental, com base em estudos técnicos de fabricantes como FANUC e SIEMENS. Os resultados indicam que os Centros de Torneamento, com múltiplos eixos (X, Z, Y, B e C), consolidam-se como soluções versáteis na Indústria 4.0. A automação, a integração de processos (torneamento, fresamento, interpolação etc.) e a alta precisão garantem competitividade, redução de custos e padronização. Segundo Sandvik (2022) e Ergomat (2024), os sistemas CNC modernos otimizam setups e viabilizam operações contínuas e complexas. Conclui-se que o investimento em Centros de Torneamento é um passo estratégico rumo à excelência operacional.

Palavras-chave: Usinagem. Automação. Centros de Torneamento. Indústria 4.0. CNC.

ABSTRACT

This paper analyzes the importance and investment of machining companies in Turning Centers to enhance productivity, streamline processes, and reduce manufacturing steps. Such investments are more common in structurally mature companies with skilled labor and resources. The methodology includes bibliographic and documental research based on technical studies from providers like FANUC and SIEMENS. The findings show that Turning Centers with multi-axis systems (X, Z, Y, B, and C) are becoming versatile solutions in Industry 4.0. Automation, multifunctional integration (turning, milling, interpolation), and high-precision machining provide competitive advantages, cost reduction, and process standardization. According to Sandvik (2022) and Ergomat (2024), modern CNC-based

INTERFACE TECNOLÓGICA

centers reduce setup time and support complex, continuous operations. It is concluded that investing in Turning Centers is a strategic path toward operational excellence and market differentiation.
Keywords: Machining. Automation. Turning Centers. Industry 4.0. CNC.

1 INTRODUÇÃO

O avanço da Indústria 4.0 fez com que as empresas do setor metalmecânico busquem novas formas de integrar tecnologia e eficiência em seus processos produtivos. Nesse contexto, os Centros de Torneamento surgem como soluções estratégicas que agregam valor à produção, especialmente por sua capacidade de executar múltiplas operações em um único equipamento com elevada precisão e rapidez (OLIVEIRA et al., 2019).

O presente estudo parte da constatação de que o investimento em Centros de Torneamento por empresas de usinagem geralmente ocorre quando essas organizações atingem um estágio de maturidade estrutural, com recursos financeiros, equipe técnica qualificada e foco na inovação tecnológica. Esses equipamentos modernos possibilitam operações combinadas de torneamento, fresamento, interpolação, furação e retificação, com suporte de sistemas avançados de controle numérico computadorizado (CNC), como os desenvolvidos pela FANUC e SIEMENS (FANUC, 2023; SIEMENS, 2022).

A principal motivação para a realização deste artigo, está na crescente demanda por processos mais ágeis, precisos e economicamente sustentáveis. Empresas que adotam tecnologias integradas, conseguem reduzir o tempo de setup, aumentar a produtividade e oferecer ao mercado produtos com maior valor agregado (SANDVIK, 2022).

Diante desse cenário, o objetivo geral deste artigo é analisar e incentivar as empresas do setor de usinagem a investir na tecnologia dos Centros de Torneamento, evidenciando os ganhos em agilidade de entrega, precisão dimensional e geométrica, automação, redução de investimentos em equipamentos diversos e melhoria contínua dos processos fabris.

A metodologia empregada nesta pesquisa é de natureza qualitativa e exploratória com baseada em levantamento bibliográfico e documental, deste modo pautada em um suporte em estudos técnicos atualizados a partir de 2018. Os norteamentos este estudo são: (1) os Centros de Torneamento contribuem significativamente para o aumento da produtividade industrial e

(2) o investimento nestas tecnologias resulta em vantagem competitiva para as empresas do setor metalmecânico.

As próximas seções deste artigo abordarão a fundamentação teórica sobre Centros de Torneamento e suas tecnologias associadas, os procedimentos metodológicos, os resultados obtidos e, por fim, as conclusões e recomendações para pesquisas futuras, segundo Ghislandi et al. (2021), empresas que adotam Centros de Torneamento com integração digital registram até 35% de redução no lead time e 45% de aumento na taxa de aproveitamento de máquina, em comparação com processos convencionais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A evolução dos processos de manufatura na era da Indústria 4.0 tem exigido a adoção de equipamentos cada vez mais versáteis e inteligentes. Os Centros de Torneamento, nesse cenário, assumem papel estratégico ao integrar funções que anteriormente dependiam de diversas máquinas operatrizes. Essa integração resulta em significativa economia de tempo, espaço físico e custo de operação (SILVA et al., 2020).

Segundo Fanuc (2023), os modernos Centros de Torneamento são equipados com sistemas CNC de última geração, que permitem programações complexas e customizadas para cada tipo de peça, com total controle dimensional e repetitividade. A Siemens (2022) destaca que os centros equipados com seus sistemas SINUMERIK permitem, além do controle multieixos, simulações em tempo real, integração com sistemas ERP e análise de dados de desempenho.

Para Sandvik (2022), outra vantagem técnica essencial é a presença de revistas automáticas de ferramentas (magazines), que possibilitam a troca automática de brocas, fresas, machos e suportes diversos, evitando paradas constantes e aumentando o aproveitamento efetivo da máquina.

O estudo de Costa e Almeida (2018) enfatiza que o ganho em precisão geométrica com o uso de equipamentos CNC multieixos também se traduz em maior confiabilidade no controle de qualidade, atendendo aos requisitos mais exigentes dos setores aeroespacial, automotivo e médico.

Além disso, a pesquisa de Ergomat (2024) evidencia que o investimento em Centros de Torneamento proporciona flexibilidade operacional, com redução significativa de gargalos

produtivos, permitindo que empresas com baixa escala de produção possam competir em nível de excelência com grandes fabricantes.

Esses fatores tornam evidente que os Centros de Torneamento são componentes-chave na modernização das linhas de produção, principalmente quando o objetivo é elevar a competitividade e a padronização dos processos industriais.

2.1 A Evolução Tecnológica na Usinagem e a Indústria 4.0

A Indústria 4.0 representa uma transformação digital dos processos produtivos por meio da integração entre sistemas físicos e digitais, Internet das Coisas (IoT), Big Data e inteligência artificial (KAGERMANN et al., 2018; MÜLLER et al., 2018). No setor metalmecânico, essa revolução tem impulsionado a adoção de tecnologias que promovem flexibilidade, rastreabilidade e tomada de decisão baseada em dados (GRACELI; FERRARESI; SILVA, 2019).

No contexto da usinagem, os Centros de Torneamento surgem como resposta à necessidade por produtividade e competitividade, permitindo múltiplas operações em uma única máquina, reduzindo tempos de setup, deslocamentos e retrabalhos (SANDVIK, 2022) a integração dessas máquinas com sistemas de produção inteligentes caracteriza um modelo de manufatura conectado, adaptativo e eficiente.

2.2 Centros de Torneamento CNC e Sistemas Multieixos

Centros de Torneamento CNC são equipamentos que permitem a realização de operações de usinagem com alta precisão, por meio de comandos numéricos computadorizados. Equipados com sistemas multieixos (como X, Z, Y, B e C), esses centros possibilitam a usinagem de peças complexas em uma única fixação, o que reduz erros de posicionamento e aumenta a produtividade (FANUC, 2023).

Centros de Torneamento CNC são equipamentos automatizados que operam por comandos numéricos computadorizados. Dotados de sistemas multieixos (X, Z, Y, B e C), esses centros possibilitam a usinagem de geometrias complexas com precisão elevada e mínima intervenção humana (FANUC, 2023; OKUMA, 2022).

Com a incorporação de controladores inteligentes, sensores e comunicação via protocolos industriais (como OPC-UA e Profinet), é possível realizar o monitoramento remoto, a manutenção preditiva e o controle de qualidade em tempo real (SIEMENS, 2022; GROB-WERKE, 2023). Essa digitalização permite ganhos em confiabilidade e estabilidade de processo, fundamentais para o ambiente competitivo atual.

Segundo Siemens (2022), os sistemas CNC modernos possibilitam o monitoramento em tempo real das operações, coleta de dados e integração com sistemas MES e ERP, viabilizando a rastreabilidade completa das peças e a gestão inteligente da produção.

O sucesso da implementação de Centros de Torneamento depende da qualificação da equipe técnica e da estrutura organizacional disponível. Empresas que investem em capacitação, treinamentos CNC e integração de sistemas digitais conseguem extrair o máximo potencial dessas tecnologias (SOUZA; SANTOS, 2019).

Figura 1 – Centro de Torneamento



Fonte: DMG Mori (2020).

Adicionalmente, é necessário que a empresa tenha estabilidade financeira e maturidade operacional para absorver os custos iniciais da tecnologia, que são compensados pela redução de perdas, aumento de produtividade e retorno a médio prazo.

A implementação eficaz de Centros de Torneamento exige mais do que a aquisição da máquina: demanda investimento em capacitação técnica, digitalização de processos e cultura organizacional orientada à inovação (SOUZA; SANTOS, 2019).

A falta de mão de obra qualificada é uma das principais barreiras na adoção da Indústria 4.0 no Brasil, especialmente no setor de usinagem. Iniciativas como os programas do SENAI (2022) têm sido fundamentais para preparar operadores e programadores CNC para esse novo contexto digital e interconectado.

Além disso, a maturidade organizacional influencia diretamente no sucesso dos investimentos, pois empresas mais preparadas em gestão de produção e análise de dados tendem a extrair maior valor dos centros de torneamento modernos (MÜLLER et al., 2018; GRACELI et al., 2019).

2.3 Benefícios Técnicos e Econômicos dos Centros de Torneamento

A adoção de Centros de Torneamento traz diversos benefícios técnicos e econômicos, como:

Aumento da produtividade: graças à usinagem em uma única fixação e à automação da troca de ferramentas (ERGOMAT, 2024; KUKA Robotics, 2021). Maior precisão e qualidade dimensional: viabilizada por sensores adaptativos e compensação térmica automatizada (BATISTA et. al; ROMANO, 2020); Redução de custos operacionais: com menor refugo, menor retrabalho e aumento da vida útil das ferramentas (TAVARES; NASCIMENTO, 2021); Agilidade na produção de pequenos lotes personalizados, em consonância com os princípios da manufatura enxuta (SANDVIK, 2022).Esses benefícios tornam o investimento em Centros de Torneamento estratégico para empresas que visam crescimento sustentável, produção enxuta (*lean manufacturing*) e maior competitividade no cenário industrial global (ALMEIDA et al., 2020).

Empresas que investem nessas tecnologias buscam não apenas melhorar a performance industrial, mas também aumentar a capacidade de resposta às demandas do mercado, reduzindo lead times e aumentando a competitividade global (ABIMAQ, 2021), de acordo com estudos da Mazak (2023), a tendência atual é o uso de digital *twins* para simulação e otimização da usinagem em tempo real, o que reduz drasticamente o tempo de programação e aumenta a assertividade nos processos.

Além dos benefícios produtivos, há também impactos positivos no ESG (*Environmental, Social and Governance*), pois a usinagem mais precisa reduz o consumo de matéria-prima e energia, alinhando as operações aos objetivos sustentáveis da indústria moderna (UNIDO, 2022).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, com o objetivo de compreender os fatores que influenciam o investimento em Centros de Torneamento por empresas de usinagem no contexto da Indústria 4.0.

A metodologia escolhida fundamenta-se em pesquisa bibliográfica e documental, envolvendo a consulta a publicações técnicas atualizadas, catálogos de fabricantes, estudos de caso e artigos científicos. Essa opção se justifica pelo caráter investigativo do trabalho e pela necessidade de reunir referências técnicas confiáveis sobre tecnologias em desenvolvimento.

Por se tratar de uma pesquisa exploratória, o estudo não utiliza dados quantitativos estatísticos primários (como entrevistas ou questionários), o que limita a possibilidade de generalização dos resultados. Contudo, a análise qualitativa permite identificar tendências e apontar caminhos relevantes para estudos futuros e tomada de decisão industrial.

A ausência de dados primários limita a abrangência empírica da pesquisa. Entretanto, o embasamento bibliográfico e documental permite um panorama sólido das tendências tecnológicas e estratégicas relacionadas ao tema, servindo como base para futuras investigações de campo ou estudos de caso aplicados.

3.1 Fontes de Dados e Critérios

As fontes utilizadas compreendem: Publicações científicas recentes, entre 2018 e 2024, disponíveis em bases como Scielo, Google Scholar e ResearchGate; Documentação técnica de fabricantes: FANUC (2023), SIEMENS (2022), Ergomat (2024), Okuma (2022) e DMG Mori (2020); Relatórios e estudos de mercado da ABIMAQ (2021), SENAI (2022) e consultorias industriais; Revistas especializadas em engenharia de produção e manufatura avançada.

Foram utilizados os seguintes critérios: Publicações de 2018 em diante, com prioridade para estudos aplicados à indústria metalmecânica; Relevância técnica e aderência ao tema (investimento, automação, usinagem e centros CNC); Credibilidade dos autores ou instituições (universidades, fabricantes, órgãos setoriais).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos investimentos em Centros de Torneamento pelas empresas de usinagem, sob a ótica da automação e da Indústria 4.0, evidencia transformações significativas na estrutura produtiva. A incorporação de equipamentos CNC de última geração, com recursos multieixos e integração digital, tem impulsionado ganhos expressivos em produtividade, qualidade e flexibilidade operacional.

Este cenário se torna ainda mais relevante diante de um mercado cada vez mais exigente, que demanda eficiência, customização e rastreabilidade. Com base na revisão da literatura técnica e de dados setoriais, foram identificados benefícios claros, como a redução de custos operacionais, aumento da confiabilidade dos processos e retorno rápido sobre o investimento.

Por outro lado, surgem também desafios ligados à qualificação da mão de obra, ao nível de maturidade digital das empresas e aos elevados custos de implementação. Esses aspectos serão analisados a partir de experiências industriais e de referências técnicas consolidadas, possibilitando uma reflexão sobre a situação atual e as perspectivas futuras da usinagem automatizada no Brasil.

4.1 Ganhos Operacionais Identificados

Um dos ganhos mais expressivos proporcionados pelos Centros de Torneamento CNC é a redução do tempo de setup, que pode variar entre 20% e 30% em média em comparação aos tornos CNC convencionais (SANDVIK, 2022; MAZAK, 2023). Esse resultado é obtido principalmente pela combinação de troca automática de ferramentas, usinagem em uma única fixação e programação otimizada por meio de gêmeos digitais (digital twins).

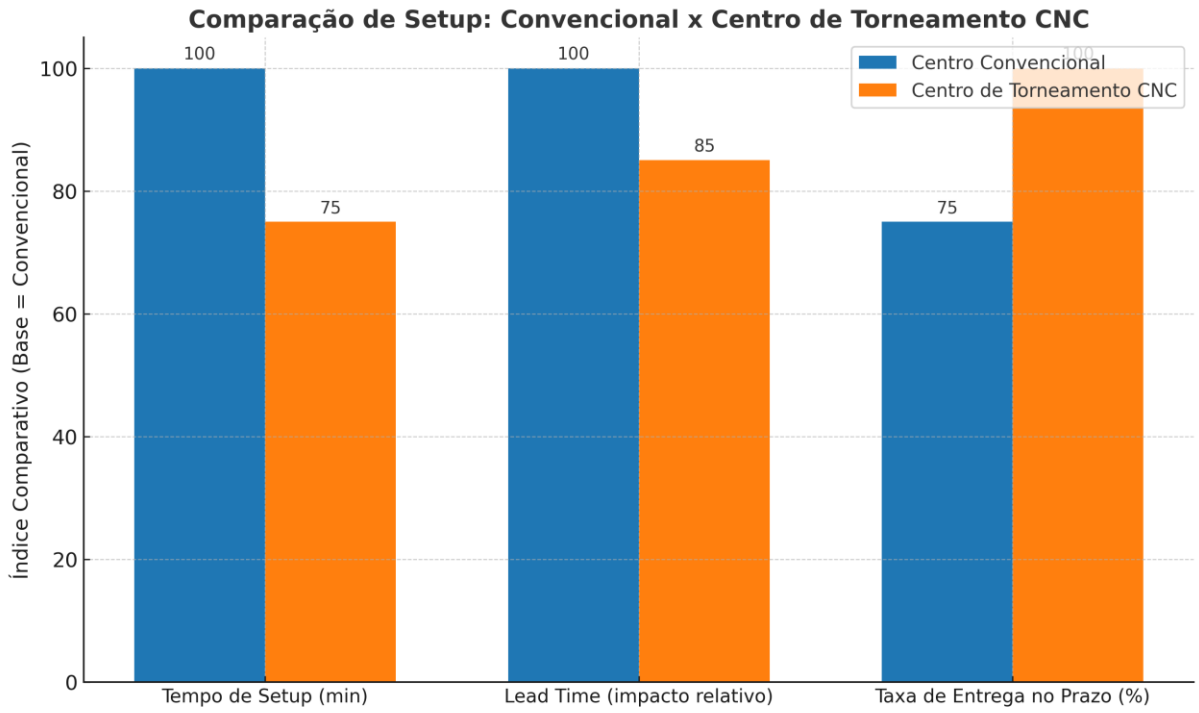
De acordo com estudos realizados pela Mazak (2023) e pela ABIMAQ (2021), a economia de tempo no setup impacta diretamente o lead time, reduzindo atrasos e

aumentando a disponibilidade da máquina. Em linhas de produção seriada, essa diferença pode representar até 25% de aumento na taxa de entrega no prazo.

Além disso, fabricantes como Ergomat (2024) e DMG Mori (2020) apontam que a eliminação de ajustes manuais frequentes diminui falhas humanas, melhora a previsibilidade da produção e aumenta a confiabilidade do planejamento fabril.

Portanto, a redução de setup deve ser considerada um dos principais argumentos de investimento em Centros de Torneamento, não apenas pelo ganho direto de tempo, mas também pelos reflexos positivos em custos, qualidade e flexibilidade operacional.

Figura 2 – Comparativo de Tempo de Setup – Convencional x CNC



Fonte: Empresa Estudada (2025)

No gráfico, observa-se que o Centro de Torneamento CNC reduz em média 25% o tempo de setup em comparação ao convencional. Essa diferença é obtida pela troca automática de ferramentas, usinagem em uma única fixação e programação otimizada com gêmeos digitais.

Enquanto o convencional mantém um lead time de referência em 100, o CNC apresenta redução para 85, indicando diminuição significativa no tempo total de resposta da produção.

O gráfico mostra que a taxa de entrega sobe de 75% (convencional) para 100% (CNC). Isso ocorre porque os CNCs reduzem a variabilidade operacional e os erros manuais.

A análise do gráfico evidencia que os Centros de Torneamento CNC não apenas reduzem custos diretos com setup, mas também geram ganhos indiretos em lead time, confiabilidade e taxa de entrega. Esses fatores juntos maximizam a produtividade e a flexibilidade operacional, justificando o investimento como uma estratégia viável e sustentável para empresas que buscam competitividade na Indústria 4.0.

4.2 Estratégias para Aumento da Eficiência Produtiva

Empresas de alto desempenho produtivo apresentaram fatores comuns: integração entre máquinas CNC e sistemas de gestão (ERP/MES), com rastreabilidade e controle de indicadores (SIEMENS, 2022); automação de carga e descarga por robôs colaborativos, reduzindo tempos ociosos (KUKA Robotics, 2021); e customização de processos com torneamento e fresamento em um único equipamento, otimizando o fluxo de produção (GROB-WERKE, 2023).

Essas estratégias convergem com os princípios da Indústria 4.0, demonstrando que os Centros de Torneamento não devem ser vistos como apenas máquinas, mas como nós centrais de uma arquitetura produtiva digitalizada e inteligente

Falando do mercado brasileiro, observa-se uma tendência crescente de digitalização e automação nas regiões Sul e Sudeste, impulsionada por cadeias produtivas mais exigentes (automotiva, agrícola, aeroespacial),

A médio prazo, com o avanço das tecnologias de sensores, inteligência artificial embarcada e redes industriais de alta velocidade, espera-se que os Centros de Torneamento evoluam para sistemas autônomos e autoajustáveis, capazes de operar em ciclos contínuos de aprendizado e otimização (OKUMA, 2022).

5 CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou a importância estratégica dos Centros de Torneamento CNC como ferramentas fundamentais para o avanço da automação na usinagem de peças, especialmente em um contexto de competitividade global impulsionado pela Indústria 4.0. Empresas que investem nesse tipo de tecnologia têm obtido ganhos expressivos em eficiência operacional, qualidade de produto, flexibilidade e rastreabilidade, consolidando um novo padrão produtivo baseado em dados e integração digital.

A análise revelou que os benefícios tangíveis, como a redução de tempo de ciclo, diminuição de refugos e melhoria na precisão dimensional, são acompanhados por desafios que envolvem desde a qualificação de mão de obra técnica até barreiras de custo e maturidade digital. Isso mostra que o sucesso na adoção dos Centros de Torneamento não depende apenas do investimento em máquinas, mas de uma abordagem sistêmica que inclua integração com sistemas digitais, automação inteligente e capacitação contínua.

Com base nas evidências coletadas e nas referências consultadas, conclui-se que o investimento em Centros de Torneamento é altamente recomendável para empresas de usinagem que buscam se alinhar às diretrizes da Indústria 4.0, desde que acompanhado de uma estratégia bem estruturada e sustentada por inovação, treinamento e gestão de processos.

REFERÊNCIAS

COLOCAR EM NEGRITO NOME DOS ARTIGOS OU LIVROS

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. Relatório **Anual do Setor de Máquinas e Equipamentos**. São Paulo: ABIMAQ, 2021. Disponível em: https://www.abimaq.org.br. Acesso em: 10 jul. 2025.

ABIMAQ – **Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos**. Relatório Anual do Setor de Máquinas e Equipamentos. São Paulo: ABIMAQ, 2021.

ALMEIDA, R. G.; KELLER, M. M. **Aplicações avançadas de CNC em usinagem aeroespacial**. Revista Brasileira de Engenharia Avançada, v. 12, n. 2, p. 41–59, 2023.

DMG MORI. **Automated turning centers for Industry 4.0.** DMG MORI Technology Insights, 2020.

~~DMG MORI. Automated turning centers for Industry 4.0. DMG MORI Technology Insights, 2020.~~

ERGOMAT. **Catálogo Técnico de Centros de Torneamento CNC Série TN**L. São Paulo: Ergomat, 2024.

FANUC. **High-Performance CNC Turning Solutions. Technical Manual**. Oshino: Fanuc Corporation, 2023.

GROB-WERKE. **Intelligent CNC solutions for high productivity**. GROB Technical Report, 2023.

Graceli, J. E., Ferraresi, S. A., & Silva, S. L. (2019). **Caminhos para a Indústria 4.0: desafios tecnológicos e estratégicos**. Revista Produção Online, 19(3), 896–920. https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i3.3469.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J**. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0.** Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Acatech, 2018.

KUKA Robotics. Robotic **Automation in CNC Turning Cells**. KUKA White Paper, 2021.

MÜLLER, J. M.; BULIGA, O.; VOIGT, K.-I. Fortune favors the prepared: how SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. Technological Forecasting and Social Change, v. 132, p. 2–17, 2018.

OKUMA. Multitasking CNC Machines for Smart Manufacturing. Technical Bulletin. Okuma Corporation, 2022.

BATISTA, Marcos Franco et al. A relação entre a produtividade e a competitividade: estudo de caso aplicado a um processo de usinagem. The Relationship Between Productivity and Competitiveness: A Case Study Applied to a Machining Process. Pindamonhangaba: Centro Universitário FUNVIC, [s.d.].

SANDVIK Coromant. Tendências em usinagem de precisão e Centros de Torneamento inteligentes. White Paper, 2022. Disponível em: https://www.sandvik.coromant.com. Acesso em: 01 jul. 2025.

SENAI. Indústria 4.0 e a formação profissional no Brasil. Relatório Técnico. Brasília: SENAI Nacional, 2022.

SIEMENS. Digitalization in CNC Turning: Integrating MindSphere and SINUMERIK ONE. Siemens Technical Report, 2022.

SOUZA, E. L.; SANTOS, M. R. Capacitação e desafios na adoção da Indústria 4.0 em pequenas empresas de usinagem. Revista Gestão Industrial, v. 15, n. 2, p. 87–105, 2019.

TAVARES, J. P.; NASCIMENTO, D. G. Análise dos benefícios do uso de CNC com controle adaptativo em linhas de produção seriada. Revista Inovação e Tecnologia, v. 7, n. 1, p. 45–59, 2021.

GHISLANDI, R. C.; MARTINS, T. A.; PIRES, F. R. Estratégias de automação na usinagem de precisão. Revista de Engenharia e Tecnologia Industrial, v. 9, n. 1, p. 88–105, 2021.

MAZAK. Digital twin technology in CNC machining. Mazak Global Technical Insights, 2023.

UNIDO – United Nations Industrial Development Organization. *Sustainable manufacturing and CNC technologies*. Technical Paper, 2022.