**Trilha Métodos, Processos, Técnicas, Práticas e Ferramentas**

**10 a 12 de setembro de 2025**

**São Bernardo-SP - Brasil**

**A Gestão do Conhecimento Como Impulsionador da Adoção das Tecnologias da Indústria 4.0 na Indústria Metalmecânica.**

*The Role of Knowledge Management as a Driver of the Adoption of Industry 4.0 Technologies in the Metalworking Industry*

Autor 1

Victor Farias de Souza - UFABC - Brasil

f.victor@ufabc.edu.br

Autor 2

Dr. Geraldo Cardoso de Oliveira Neto -UFABC - Brasil

geraldo.neto@ufabc.edu.br

**RESUMO**

O artigo investiga o papel da **gestão do conhecimento (GC)** como impulsionadora da adoção das tecnologias da **Indústria 4.0** no setor **metalmecânico**, com foco na melhoria do desempenho organizacional. A pesquisa combinou revisão de literatura com entrevistas aplicadas a cinco especialistas do setor metalmecânico, todos com mais de dez anos de experiência. Os dados revelaram que tecnologias como Big Data Analytics, Robôs Autônomos e Computação em Nuvem são apenas parcialmente utilizadas, enquanto outras, como Manufatura Aditiva, Realidade Aumentada e Digital Twin, não são aplicadas. As principais barreiras identificadas foram, a **carência de mão de obra qualificada, baixa maturidade digital e limitações financeiras.** O estudo reforça que a simples aquisição de tecnologias não garante sua efetiva integração. Para viabilizar a transformação digital, é fundamental estruturar práticas sólidas de GC, capazes de promover a **aprendizagem organizacional**, acelerar a **absorção tecnológica** e fomentar uma **cultura de inovação**. Conclui-se que o alinhamento entre capacitação técnica, gestão do conhecimento e investimento estratégico é essencial para superar a lacuna tecnológica e tornar as indústrias mais competitivas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão do Conhecimento, Indústria Metalmecânica, Eficiência Operacional, Tecnologia Industria 4.0.

**ABSTRACT**

The article investigates the role of knowledge management (KM) as a driver for the adoption of Industry 4.0 Technologies in the metalworking sector, focusing on improving organizational performance. The research combined a literature review with interviews conducted with five experts from the metal-mechanic sector, all with over ten years of experience. The data revealed that technologies such as Big Data Analytics, Autonomous Robots, and Cloud Computing are only partially utilized, while others like Additive Manufacturing, Augmented Reality, and Digital Twin are not applied. The main barriersidentified were a shortage of qualified workforce, low digital maturity, and financial limitations. The study reinforces that the mere acquisition of technologies does not guarantee their effective integration. To enable digital transformation, it is essential to structure robust KM practices capable of promoting organizational learning, accelerating technology absorption, and fostering an innovation culture. It is concluded that the alignment between technical training, knowledge management, and strategic investment is essential to overcome the technology gap and make industries more competitive.

***KEYWORDS*:**  Industry 4.0 Technology, Knowledge Management, Metalworking Industry, Operational Efficiency.

**1.INTRODUÇÃO**

A evolução tecnológica com base em pilares como Internet das Coisas (IoT), Big Data Analytics, Inteligência Artificial (IA), Robôs Autônomos, Computação em Nuvem e Manufatura Aditiva, tem redefinido os modelos de negócio, aumentando a complexidade dos processos e, ao mesmo tempo, proporcionando significativos ganhos operacionais aos ambientes organizacionais (KARABEGOVIC, 2020). Nesse cenário de transformação digital, o setor metalmecânico — caracterizado por alta intensidade tecnológica, diversidade de clientes e complexidade operacional — tem buscado alinhar-se a esses avanços para garantir sua competitividade e sustentabilidade técnica e econômica. (NORTH & KUMTA, 2018).

Entretanto, a adoção efetiva das tecnologias da Indústria 4.0 vai muito além da simples aquisição de equipamentos ou implementação de softwares. Ela exige uma base sólida de gestão do conhecimento organizacional, capaz de captar, armazenar, disseminar e aplicar o conhecimento de forma estratégica (NONAKA & TAKEUCHI, 1997). Nesse contexto, a gestão do conhecimento (GC) assume papel central como facilitadora da transformação digital, promovendo a aprendizagem contínua, acelerando a absorção tecnológica e fomentando uma cultura organizacional orientada à inovação (DURST & EDVANDSSON, 2012; NORTH & KUMTA, 2018).

Neste contexto, a gestão do conhecimento pode desempenhar um papel decisivo ao promover o desenvolvimento técnico interno, orientar a tomada de decisão estratégica e criar com base na análise dos dados levantados, identifica-se uma lacuna significativa entre a disponibilidade das tecnologias da Indústria 4.0 e sua efetiva implementação nas empresas do setor metalmecânico.

A criação de conhecimento nas organizações não ocorre de forma autônoma., na verdade, são os indivíduos os verdadeiros agentes do conhecimento, cabe as organizações oferecerem suporte e estruturar ambientes propícios para que esses indivíduos possam gerar, compartilhar e desenvolver novos conhecimentos. Assim, o processo de criação do conhecimento organizacional deve ser compreendido como a ampliação e institucionalização do conhecimento individual, que é incorporado e consolidado na rede de conhecimento das próprias organizações.

Assim este estudo tem o objetivo de investigar o papel da gestão do conhecimento como impulsionadora da adoção das tecnologias da Indústria 4.0 na indústria metalmecânica, com ênfase em sua contribuição para o aprimoramento do desempenho social e organizacional.

Parte-se da premissa de que organizações que estruturam práticas eficazes de GC tendem a apresentar maior maturidade digital, maior capacidade de adaptação às mudanças tecnológicas e melhor o aproveitamento estratégico das inovações emergentes.

Desta forma, a gestão do conhecimento não é apenas um suporte, mas um vetor estratégico essencial para a integração bem-sucedida das tecnologias da Indústria 4.0, especialmente em setores complexos como o metalomecânico (NORTH & KUMTA, 2018).

A lacuna identificada, decorre não apenas da adoção parcial ou da ausência de determinadas tecnologias, mas também da insuficiência de condições técnicas e estruturais, como a carência de mão de obra qualificada, a baixa maturidade digital. Soma-se a isso a limitação de recursos financeiros que compromete investimentos em infraestrutura tecnológica, capacitação e inovação contínua.

**2. REFERENCIAL TEÓRICO**

**2.1 Gestão do conhecimento**

A **gestão do conhecimento (GC)** tem se consolidado como um diferencial estratégico para organizações que buscam inovação, competitividade e sustentabilidade a longo prazo. Com o crescimento exponencial de dados e informações, torna-se essencial o desenvolvimento de práticas organizacionais que possibilitem a **criação, compartilhamento, retenção e aplicação do conhecimento organizacional** (ALAVI, 2001).

Pandey (2013), cita que as empresas reagrupem conhecimentos estratégicos de vários tipos e os transformem utilizando a gestão do conhecimento para sustentar a vantagem competitiva no novo ambiente de negócios atual, caracterizado por uma dinâmica, descontinuidade e ritmo radical de mudança.

Conforme destaca Cheng (2025), a digitalização do conhecimento organizacional desempenha um papel fundamental na redução de custos, no aumento da eficiência operacional e na elevação da competitividade das empresas. Tais atributos são essenciais para viabilizar processos mais eficazes de criação, disseminação e aplicação do conhecimento no ambiente corporativo.

Segundo Karim (2023), o impacto da gestão do conhecimento digital sobre o desempenho organizacional tem sido objeto de crescente atenção nas pesquisas contemporâneas. O autor enfatiza que os efeitos da criação e do compartilhamento de conhecimento digital, bem como da aprendizagem organizacional, influenciam de forma significativa o desempenho geral das organizações, abrangendo tanto indicadores financeiros quanto não financeiros.

Pandey (2013), cita que em uma economia progressivamente mais dependente do conhecimento, as empresas precisam aprender a aproveitar o conhecimento que reside em suas organizações. No entanto, as organizações geralmente acham difícil gerenciar esse ativo mais importante que as pessoas possuem. Os pesquisadores têm afirmado que são principalmente os fatores organizacionais que representam um desafio para a gestão do conhecimento.

Com base nos princípios da GC, as organizações em todo o mundo desenvolvem e implementam iniciativas de GC para melhorar a eficiência dos processos de negócios, aumentar a produtividade e a qualidade de seus serviços e encontrar novas soluções e produtos para seus clientes (Nguyen & Mohamed, 2011).

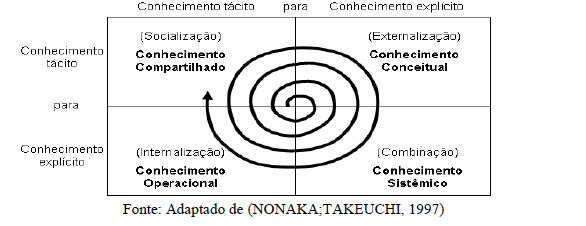
Zaim (2019), cita um modelo estrutural de processos de gestão do conhecimento mostrando a relação entre geração de conhecimento, compartilhamento de conhecimento, armazenamento de conhecimento e utilização do conhecimento e seu impacto subsequente no desempenho organizacional da GC.

Segundo Probst e Romhardt (2009), para sobreviver e manter-se competitiva na sociedade do conhecimento, as empresas precisam aprender a gerenciar seus ativos intelectuais, pois o conhecimento é o único recurso que se valoriza quanto mais é utilizado. Nesse contexto, o conhecimento assumiu um papel central nas estratégias empresariais, ganhando destaque nas agendas corporativas como um diferencial competitivo essencial. Empresas que adotaram estratégias baseadas em conhecimento intensivo têm obtido resultados expressivos, demonstrando que o valor de uma organização não está mais necessariamente vinculado ao tamanho de suas instalações industriais ou administrativas, mas sim à sua capacidade de gerar, compartilhar e aplicar conhecimento de forma estratégica.

Dessa forma, Nonaka e Takeuchi (1997) destacam que as organizações devem compreender os aspectos sociogênicos dos colaboradores, pois esse entendimento é essencial para uma gestão de pessoas eficaz, especialmente no que se refere à disseminação do conhecimento. Tal perspectiva é representada pela "Espiral do Conhecimento", modelo que evidencia como o conhecimento é criado, compartilhado e ampliado continuamente no ambiente organizacional.

Diante do quadro propõem um modelo de conversão de conhecimentos com base na interação entre do conhecimento tácito e conhecimento explícito na governança das empresas, pressupondo quatro, formas de conversão, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Espiral do conhecimento



- Explícito, que se refere ao conhecimento transmissível em linguagem formal, sistemática,

de forma objetiva.

- Tácito que possui uma qualidade pessoal, subjetiva, resultado de processamentos de

informações e do aproveitamento de *insights*, intuições e em partes como habilidades técnicas, o tipo de destreza informal e de difícil especificação incorporado ao termo *know-how.*

A interação entre conhecimento tácito e explícito, e é estruturado a partir de quatro modos de conversão: socialização, externalização, combinação e internalização.

* **Socialização** diz respeito à troca direta de conhecimento tácito entre indivíduos, por meio da partilha de experiências, observações e práticas. Trata-se de um processo que ocorre sem o uso da linguagem formal, sendo essencialmente empírico e sensorial.
* **Externalização** é considerada a fase mais crítica do processo, pois nela o conhecimento tácito é convertido em conhecimento explícito. Isso ocorre por meio de metáforas, analogias, modelos e conceitos, permitindo que conhecimentos subjetivos se tornem compreensíveis e comunicáveis para outros membros da organização.
* **Combinação** envolve a sistematização de diferentes fontes de conhecimento explícito. A partir da integração de dados, documentos e informações, esse estágio permite a construção de novos conjuntos estruturados de conhecimento, frequentemente apoiados por tecnologias da informação.
* **Internalização** representa o processo de incorporação do conhecimento explícito ao repertório tácito dos indivíduos, normalmente por meio da prática, da experimentação e do "aprender fazendo". Quando amplamente disseminado, esse conhecimento passa a compor a cultura organizacional, contribuindo para o aprendizado contínuo e a inovação. O ciclo, assim, se reinicia, promovendo a renovação e o aprimoramento do conhecimento dentro da organização.

**2.2 Tecnologias da Indústria 4.0 aplicadas na indústria metalmecânica**

A Indústria 4.0 integra tecnologias digitais e físicas por meio de sistemas ciberfísicos, promovendo automação inteligente. No setor metalmecânico, essa integração possibilita avanços como monitoramento em tempo real, manutenção preditiva e personalização de produtos, gerando maior eficiência, qualidade e redução de custos (TORTORELLA et al.,2020).

O modelo da Indústria 4.0 fundamenta-se na integração de tecnologias avançadas com o propósito de ampliar a conectividade, a automação e a inteligência nos processos industriais. Entre as principais inovações destacam-se a Internet das Coisas (IoT), Big Data Analytics, Inteligência Artificial, Sistemas Ciberfísicos, Manufatura Aditiva, Blockchain, Robótica, Simulação, Realidade Aumentada, Cibersegurança, Digital Twin e a Integração de Sistemas.

As tecnologias a serem abordadas a seguir desempenham um papel estratégico na geração de valor, ao contribuir para a otimização de recursos, a redução de falhas, o suporte à tomada de decisões e o fomento à inovação contínua. Contudo, deve-se destacar que a implementação dessas tecnologias demanda elevados investimentos financeiros, envolvendo tanto a aquisição de equipamentos e softwares quanto a capacitação de profissionais, o que pode representar uma barreira significativa para sua ampla adoção, especialmente em empresas de menor porte .( ZONG; GUAN, 2024).

O Big Data Analytics envolve o processamento de grandes volumes de dados complexos e heterogêneos, provenientes de múltiplas fontes, como sensores, redes sociais e dispositivos conectados. Sua análise em tempo real, por meio de tecnologias avançadas, torna-se um recurso estratégico para a tomada de decisões informadas e para a geração de vantagem competitiva, conforme cita Narula et al. (2021).

Os Robôs Autônomos destacam-se por sua capacidade de operar com autonomia, oferecendo elevada eficiência, qualidade e adaptabilidade, especialmente em ambientes insalubres, tarefas repetitivas e situações de risco. Sahoo e Upadhyay (2024), evidenciam seu impacto positivo no retorno financeiro das organizações

A simulação, integrada a tecnologias como IoT, CPS, Big Data e robótica, possibilita a criação de ambientes virtuais que refletem as operações reais, facilitando a análise preditiva, a identificação de gargalos e a tomada de decisões em tempo real. Grudzien et al. (2022) ressaltam que essa abordagem promove melhorias contínuas e maior controle dos processos produtivos, gerando impactos financeiros positivos. Zong e Guan (2024) complementam ao afirmar que a simulação contribui para a redução de desperdícios e para a otimização das estratégias de gestão.

A Internet das Coisas (IoT) destaca-se por sua capacidade de conectar dispositivos físicos e digitais, gerando e integrando grandes volumes de dados. Narula et al. (2021) e Zong e Guan (2024) enfatizam seu papel na redução de custos operacionais e na viabilização de novos modelos de negócio. Schöggl e Stumpfcrítico (2023) destacam sua contribuição para a troca de informações em tempo real, promovendo agilidade nos processos. Khan et al. (2021) e Sun e Chu (2022) ressaltam a relevância da IoT na cadeia logística, especialmente em relação à eficiência operacional e ao retorno financeiro.

A computação em nuvem configura-se como um novo paradigma para a infraestrutura de TI empresarial, permitindo a aquisição flexível de recursos computacionais sem a necessidade de altos investimentos iniciais (ZHANG et al., 2010). Zong e Guan (2024) destacam que essa tecnologia oferece uma base escalável e econômica para a implementação de inteligência artificial e análises preditivas. Além disso, Narula et al. (2023) e Abuzawida et al. (2023) ressaltam seu papel na integração em tempo real de unidades produtivas geograficamente dispersas, ampliando o alcance operacional das organizações.

A manufatura aditiva (AM), ou impressão 3D, possibilita a produção de componentes complexos com alta personalização e mínimo desperdício. Estudos como os de Priarone et al. (2019), Kokare et al. (2022) e Gao et al. (2023) ressaltam sua contribuição para a redução de custos, liberdade de design e eliminação de ferramentas convencionais. Gouveia et al. (2022) e Shchitsyn et al. (2021) destacam ainda seu papel na geração de produtos de alto valor agregado e sua relevância para modelos de negócio inovadores na Indústria 4.0.

A realidade aumentada, embora ainda em estágios iniciais de adoção, apresenta grande potencial para otimizar processos industriais e treinamentos operacionais. Zong e Guan (2024), Yun et al. (2019) e Sahoo e Upadhyay (2024) evidenciam sua aplicação em contextos que requerem interação em tempo real entre os ambientes físico e virtual, contribuindo para a eficiência da gestão e melhoria dos resultados econômicos.

Os sistemas ciberfísicos (CPS) promovem a integração entre o mundo físico e digital por meio de sensores inteligentes e algoritmos de IA permitindo ajustes em tempo real nos processos produtivos. Gunes et al. (2014), Sun e Chu (2022) e Queiroz et al. (2022) ressaltam sua capacidade de aumentar a adaptabilidade industrial e melhorar o desempenho financeiro. Chishty (2023) destaca a tomada de decisão em tempo real como uma das principais vantagens desses sistemas, apesar da necessidade de monitoramento do consumo energético.

A tecnologia cibersegurança, segundo Barrère et al. (2020), Pereira (2022) e Fedun et al. (2023), alertam para os riscos advindos da digitalização em larga escala. Sistemas cibernéticos de segurança tornam-se essenciais para a proteção de dados e continuidade operacional, sendo considerados fundamentais para garantir a integridade das informações organizacionais.

A inteligência artificial (IA) configura-se como um dos pilares centrais da Indústria 4.0. Zong e Guan (2024), Lee et al. (2018) e Schöggl et al. (2023) destacam sua capacidade analítica para otimizar decisões e reduzir custos. Chishty (2023) e Fedun et al. (2023) reforçam que, aliada ao Big Data, a IA possibilita a formação de redes industriais globais e sistemas de informação abertos altamente eficazes.

O blockchain oferece integridade e segurança na transmissão de dados. Segundo Bello et al. (2024), Gera et al. (2022) e Schöggl et al. (2023), essa tecnologia garante a rastreabilidade e a confiabilidade das transações em cadeias logísticas, promovendo transparência e redução de desperdícios. Sahoo e Upadhyay (2024) acrescentam que o blockchain contribui para a sustentabilidade e lucratividade das operações.

O digital twin, ou gêmeo digital, representa uma cópia virtual de ativos físicos, permitindo simulação, monitoramento e otimização de processos em tempo real. Tao et al. (2019), Pelekis et al. (2023) e Sahoo e Upadhyay (2024) destacam os ganhos operacionais e financeiros associados, possibilitando ações preventivas e melhorias constantes na produção.

Por fim, a integração de sistemas é essencial para garantir a interoperabilidade entre diferentes tecnologias. Vernadat (2007) e Zong e Guan (2024) argumentam que a integração de sistemas promove eficiência, agilidade na tomada de decisões e ganhos expressivos em desempenho econômico ao conectar operações diversas em uma estrutura coesa.

**3. METODOLOGIA**

**3.1 Método de pesquisa.**

As avaliações de especialistas são amplamente utilizadas como método para validar questionários, uma vez que possibilitam maior confiabilidade e robustez nos resultados obtidos (IKART, 2019).

Nesta pesquisa, adotou-se a técnica de entrevistas como instrumento de coleta de dados, por meio da qual foi possível captar, explorar e compreender fenômenos organizacionais, bem como identificar opiniões, atitudes e percepções dos especialistas das organizações investigadas (OPDENAKKER, 2006).

Os dados obtidos foram posteriormente tratados por meio de análises estatísticas, o que favoreceu a generalização dos resultados e possibilitou compreender a tendência de utilização das tecnologias da Indústria 4.0 no setor metalmecânico (GOYES, 2025).

**3.2 Procedimentos para coleta de dados.**

Foram identificadas treze tecnologias associadas à Indústria 4.0 que podem ser aplicadas ao setor metalomecânico, com o objetivo de impulsionar tanto o desempenho técnico quanto os resultados financeiros das empresas (ZONG &GUAN, 2024).

As tecnologias reconhecidas incluem: Internet das Coisas (IoT), Big Data & Analytics, Inteligência Artificial (IA), Robôs Autônomos, Manufatura Aditiva, Sistemas Ciberfísicos, Digital Twin, Realidade Aumentada (AR), Computação em Nuvem, Blockchain, Simulação, Sistemas Cibernéticos de Segurança e Integração de Sistemas.

A pesquisa foi conduzida, conforme mencionado anteriormente, por meio de entrevistas estruturadas com aplicação de questionários a cinco especialistas do setor metalmecânico, localizados no estado de São Paulo. Esses profissionais possuem mais de dez anos de experiência em suas respectivas empresas, o que lhes confere uma visão aprofundada tanto dos processos organizacionais quanto das transformações tecnológicas vivenciadas ao longo do tempo.

As perguntas direcionadas aos especialistas tiveram como objetivo identificar o grau de utilização de cada uma das treze tecnologias da Indústria 4.0 em suas respectivas empresas. Para mensurar esse uso, adotou-se uma escala ordinal composta por cinco categorias: **“não utiliza”, “pouco utiliza”, “parcialmente utiliza”, “frequentemente utiliza” e “muito utiliza”.**

**3.3 Procedimentos para análise de dados.**

Para fins de análise quantitativa, os termos qualitativos utilizados para mensurar o grau de utilização das tecnologias da Indústria 4.0 foram transformados em uma escala numérica. Assim, foi adotada uma escala ordinal de **1 a 5**, em que cada valor corresponde a um nível específico de utilização, permitindo a conversão das percepções dos especialistas em dados passíveis de tratamento estatístico.

A escala foi estruturada da seguinte forma: **1 – não utiliza; 2 – utiliza pouco; 3 – utiliza parcialmente; 4 – utiliza com frequência; e 5 – utiliza muito**. Essa transformação possibilita a aplicação de métodos quantitativos de análise, assegurando maior rigor científico na interpretação dos resultados.

Conforme apresentado na Tabela 1, devido ao número reduzido de empresas participantes da pesquisa, foi possível adotar uma escala que permitiu o uso de médias aritméticas simples. Essa abordagem facilitou a análise comparativa entre as organizações, possibilitando identificar o nível médio de adoção tecnológica em cada uma delas. (THELWALL, 2016).

**4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com base no cálculo das médias, foi possível mensurar o grau de utilização de cada tecnologia da Indústria 4.0, o que permitiu elaborar um diagnóstico mais preciso acerca do estágio de transformação digital das empresas analisadas. Essa abordagem favoreceu uma compreensão mais consistente das diferenças de maturidade tecnológica existentes entre as organizações do setor metalmecânico. Este conhecimento possibilita direcionar as empresas para a evolução tecnológica, capaz de melhorar o desempenho operacional, melhorar o desempenho social, contribuir para o desempenho técnico e prático. Proporcionando melhoria no desempenho econômico e projetando uma melhoria na imagem da empresa

**Tabela 1 – Grau de utilização das tecnologias**



**Fonte: Elaborada pelo autor (2025).**

Após a aplicação da escala e o cálculo das médias aritméticas, foi possível identificar a tendência de uso das tecnologias da Indústria 4.0 entre as empresas participantes da pesquisa. Essa análise também viabilizou o resgate das perguntas originais realizadas nas entrevistas, permitindo uma interpretação mais aprofundada dos dados coletados e promovendo a articulação entre os resultados quantitativos e as percepções qualitativas dos respondentes.

Com o objetivo de padronizar a apresentação dos dados, as médias aritméticas foram arredondadas ao inteiro mais próximo, seguindo a regra do arredondamento matemático (≥ 0,5 para cima e < 0,5 para baixo), conforme o procedimento descrito por Friedrich (2012).

Para interpretar os dados de forma intuitiva, os valores numéricos da escala de 1 a 5 foram transformado, novamente em termos qualitativos correspondentes: 1 – “**não utiliza**”, 2 – “**pouco utiliza**”, 3 – “**parcialmente utiliza**”, 4 – “**frequentemente utiliza**” e 5 – “**muito utiliza**”. Essa conversão mantém a precisão da mensuração quantitativa e facilita a compreensão dos resultados.

Além disso, essa transformação possibilita análises comparativas entre as tecnologias, permitindo identificar padrões de adoção e maturidade tecnológica nas empresas do setor metalmecânico. Os dados, contribuem para diagnósticos mais claros sobre a evolução digital das organizações e embasando recomendações para investimentos estratégicos em tecnologias da Indústria 4.0.

A tabela 2, apresentada, mostra a frequência de utilizaçã**o** das tecnologias da Indústria 4.0 com base em uma classificação qualitativa atribuída pelos especialistas entrevistados., categorizando o uso de cada tecnologia em “**Não utiliza**”, “**Pouco utiliza**”, “**Parcialmente utiliza**”, “**Frequentemente utiliza**”, “**Muito se utiliza**”.

**Tabela 2 – Grau de uso das tecnologias**



**Fonte: Elaborada pelo autor (2025).**

Analisando os dados, pode-se entender que o grau de utilização das tecnologias da Indústria 4.0 nas indústrias do setor metalomecânico analisadas, apresenta um cenário marcado por adoção parcial e limitada das tecnologias da Industria 4.0. Tecnologias como **Big Data Analytics, Robôs Autônomos, Simulação, Computação na Nuvem, Sistemas Cibernéticos Físicos, Sistemas Cibernéticos de Segurança** e **Integração de Sistemas** são **parcialmente utilizadas**, demonstrando esforços iniciais de implementação, porém ainda longe da maturidade tecnológica ideal. Por outro lado, tecnologias como **Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial** e **Blockchain** são **pouco utilizadas**, indicando baixo nível de integração nos processos produtivos. Já **Manufatura Aditiva, Realidade Aumentada** e **Digital Twin não são utilizadas,** evidenciando uma significativa lacuna entre o conhecimento conceitual e a aplicação prática dessas inovações nas empresas.

Diante das evidências constatadas, a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 no setor metalomecânico é possível estabelecer uma conexão direta com o modelo do conhecimento proposto pela espiral do conhecimento, que ocorre em um ciclo contínuo e dinâmico (NONAKA &TAKEUCHI, 1997)

A baixa adoção das tecnologias, tais como **Realidade Aumentada, Digital Twin e Manufatura Aditiva**, pode-se caracterizar a falta de **Socialização**, ou seja, escassez de ambientes colaborativo em que o conhecimento tácito, oriundo da experiência prática e empírica, possa ser compartilhada entre os membros das organizações.

Estas tecnologias pouco utilizadas também apontam para uma **fragilidade no processo de Externalização**, etapa na qual o conhecimento tácito é convertido em explícito por meio de modelos, metáforas e conceitos organizacionais claros. Esta ausência de estruturas e métodos que permitam traduzir a experiência dos colaboradores em **documentações técnicas, manuais.**

As tecnologias parcialmente utilizadas, como **Big Data Analytics, Computação em Nuvem e Integração de Sistemas,** indicam que há **iniciativas de Combinação de conhecimentos explícitos**, ou seja, da coleta, sistematização e uso de informações estruturadas para gerar novos conhecimentos organizacionais. Esse movimento é essencial na Indústria 4.0, pois a integração de dados de sensores, sistemas e plataformas digitais permite gerar insights estratégicos. Contudo, como o uso dessas tecnologias ainda é parcial, é possível afirmar que a **fase de combinação ainda está em estágio primário** no setor metalmecânico

Também a limitada implementação prática de tecnologias como **IoT, IA e Blockchain**, apesar do conhecimento conceitual disponível, revela falhas no processo de **Internalização,** fase em que o conhecimento explícito é absorvido e transformado em competência tácita por meio da experimentação, da prática e da aprendizagem contínua. Identificando evidencia que o conhecimento sobre essas tecnologias **ainda não foi incorporado ao procedimento técnico-operacional**, dificultando sua aplicação rotineira e impactando diretamente o desempenho organizacional e a capacidade de inovação das empresas.

A introdução da Indústria 4.0 representa um processo multidisciplinar que vai além da simples implementação de tecnologias, como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data e Sistemas Ciberfísicos. Trata-se de uma transformação estrutural que exige mudanças significativas nos modelos de negócio, na cultura organizacional e, sobretudo, no desenvolvimento de competências humanas. Nesse cenário, torna-se indispensável contar com profissionais qualificados, capazes de interpretar, adaptar e sustentar a aplicação dessas tecnologias de forma estratégica e contínua.

Nesse contexto, a **gestão do conhecimento** (GC) emerge como um fator crítico de sucesso, pois atua diretamente na superação da lacuna tecnológica existente em muitas organizações. Ao sistematizar, reter e disseminar o conhecimento interno, a gestão do conhecimento possibilita a criação de um ambiente organizacional propício à inovação e à aprendizagem contínua — elementos fundamentais para a absorção efetiva das tecnologias da Indústria 4.0.

Práticas como a aprendizagem organizacional, o compartilhamento de experiências entre especialistas, a criação de comunidades de prática e a documentação estruturada de processos, projetos-piloto e boas práticas contribuem de forma significativa para acelerar a curva de adoção tecnológica. Dessa forma, a gestão do conhecimento não apenas apoia a implantação da Indústria 4.0, mas também fortalece a capacidade das empresas de evoluírem de forma sustentável nesse novo paradigma industrial.

Além de facilitar a assimilação de novas tecnologias, a **gestão do conhecimento** desempenha um papel estratégico na formação contínua dos profissionais, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e analíticas essenciais à era digital. Ao estimular ambientes colaborativos e voltados à inovação, a GC fortalece a inteligência coletiva da organização e contribui para a criação de soluções adaptativas frente às rápidas mudanças tecnológicas.

Esse processo não apenas contribui para mitigar a escassez de especialistas qualificados — um dos principais gargalos da transformação digital —, mas também favorece a consolidação de uma **cultura organizacional orientada à aprendizagem, à inovação e à digitalização**. Tais condições são indispensáveis para que as empresas do setor metalmecânico avancem com segurança e eficiência na adoção das tecnologias da Indústria 4.0.

Como resultado, a gestão do conhecimento atua como um **impulsionador do desempenho econômico**, ao promover maior produtividade, redução de desperdícios e agilidade nas tomadas de decisão. Isso reforça **a sustentabilidade organizacional** e eleva a **competitividade do setor metalmecânico**, tornando-o mais preparado para enfrentar os desafios e exigências impostos pela quarta revolução industrial.

Aplicando o modelo da espiral do conhecimento, propõe-se como objetivo contribuir com a gestão do conhecimento nas empresas por meio da articulação entre as dimensões tácita e explícita, contemplando os quatro modos de conversão, socialização, externalização, combinação e internalização.

1. Socialização

* Promover a troca de experiências e a aprendizagem informal para gerar entendimento prático sobre as tecnologias da Indústria 4.0
* Criar **grupos de trabalho interdisciplinares** com profissionais de diferentes áreas para discutir experiências com as novas tecnologias.
* Criar **ambientes colaborativos, tais** como laboratórios de tecnologias, onde os funcionários possam experimentar as alternativas de solução como IoT, Digital Twin ou Realidade Aumentada.
* Incentivar os profissionais mais jovens, que detém o conhecimento tecnológico, compartilhem experiências com os mais antigos (mais experientes) nos processos.

1. Externalização

* Formalizar o conhecimento adquirido, tornando acessível e estruturado.
* Desenvolver manuais operacionais, *checklists,* procedimentos padrão nos processos bem-sucedidos com o uso das tecnologias da I4.0.
* Criar meios para que as experiências empíricas, sejam divulgadas e aplicadas em outros setores da empresa.
* Criar bases de dados com experiências internas de aplicação das tecnologias da I4.0, tais como lições aprendidas, dificuldades encontradas e soluções identificadas.

1. Combinação

* Integrar dados internos e externos para gerar *insights* estratégicos.
* Implantar plataformas que suportem grande volume de dados (BIG Data, *dashboards integrados*), sistemas de ERP que contribuem para tomadas de decisão.
* Promover seminários internos, workshops e treinamento com especialistas externos com o objetivo de manter o conhecimento coletivo da empresa.

1. Internalização

* Conversão de conhecimento explícito em tácito
* Transformar conhecimento formal em habilidades práticas, assimiladas no dia a dia dos colaboradores.
* Estimular a **aprendizagem experiencial** por meio de projetos-piloto com tecnologias 4.0, envolvendo diretamente os operadores e gestores da empresa.
* Realizar **capacitações contínuas, com foco prático**, aplicando conceitos de Indústria 4.0 em situações reais da operação.
* Implementar **sistemas de *feedback* e melhoria contínua**, permitindo que os colaboradores incorporem gradualmente o uso de tecnologias nas rotinas produtivas.

**5. CONSIDERAÇÓES FINAIS E IMPLICAÇÕES**

**5.1 Contribuições do trabalho**

A gestão do conhecimento pode contribuir de maneira significativa para a qualificação do trabalho nas organizações, ao fomentar um ambiente propício à aprendizagem contínua, à inovação e à tomada de decisões baseadas no conhecimento. Dentro do setor metalmecânico, caracterizado por alta complexidade, eficiência e competitividade, a GC se revela essencial para que os colaboradores adquiram, compartilhem e apliquem conhecimentos técnicos e estratégicos de forma eficaz. Ao promover a conversão do conhecimento tácito em explícito, por meio de práticas como socialização, externalização, combinação e internalização, a GC transforma experiências individuais em ativos organizacionais, elevando o nível de maturidade digital e preparando a força de trabalho para lidar com as tecnologias da Indústria 4.0.

Além disso, contribui para reduzir a dependência de especialistas isolados, favorece a construção de uma cultura colaborativa e orientada à inovação, e possibilita a retenção do conhecimento mesmo diante da rotatividade de pessoal. Em um cenário de escassez de profissionais qualificados e limitação de recursos, a GC atua como um vetor estratégico que potencializa o desempenho dos colaboradores, amplia a capacidade de adaptação tecnológica e fortalece a sustentabilidade organizacional.

**5.2 Implicações teóricas e práticas**

A principal contribuição teórica e prática está em apontar a **Gestão do Conhecimento** como mecanismo essencial para desenvolver competências, promover a aprendizagem organizacional, aumentar a capacidade de absorção das tecnologias, reduzir a dependência de especialistas externos, acelerar a transformação digital e melhorar o desempenho econômico das organizações.

**5.3 Implicações gerenciais**

Os gestores devem compreender que a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 não depende apenas de infraestrutura, mas também da capacidade de gerar, compartilhar e aplicar conhecimento de forma sistemática. Isso implica repensar práticas tradicionais e promover uma cultura organizacional orientada à aprendizagem contínua.

Como foi evidenciado a baixa maturidade tecnológica indica que gestores precisam priorizar a formação de talentos internos, reduzindo a dependência de especialistas externos. O desenvolvimento de programas internos de capacitação técnica e o incentivo ao aprendizado colaborativo tornam-se essenciais.

**5.4 Limitações da pesquisa e estudos futuros**

A análise baseou-se em entrevistas com apenas cinco especialistas do setor metalomecânico, todos localizados no estado de São Paulo. Embora experientes, a amostra é pequena e não permite generalizações amplas para todo o setor nacional ou internacional.

Os dados coletados são baseados na percepção dos especialistas, o que pode introduzir vieses subjetivos relacionados à experiência individual e à cultura organizacional de cada empresa. Essas limitações não invalidam os achados, mas apontam oportunidades para aprofundamentos futuros, especialmente por meio de estudos com maior abrangência, metodologias mistas e foco em diferentes contextos industriais e regionais.

**6. REFERÊNCIAS**

ALAVI, Maryam; LEIDNER, Dorothy E. Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. **MIS quarterly**, p. 107-136, 2001.

CHENG, Qiang et al. The integration of digital technology and knowledge management: influence factors of enterprise knowledge digitisation. **Knowledge Management Research & Practice**, p. 1-14, 2025.

DONATE, Mario J.; DE PABLO, Jesús D. Sánchez. The role of knowledge-oriented leadership in knowledge management practices and innovation. **Journal of business research**, v. 68, n. 2, p. 360-370, 2015.

DURST, Susanne; RUNAR EDVARDSSON, Ingi. Knowledge management in SMEs: a literature review. **Journal of knowledge management**, v. 16, n. 6, p. 879-903, 2012.

FRIEDRICH, Jan O.; ADHIKARI, Neill KJ; BEYENE, José. Razão de médias geométricas para analisar resultados contínuos em meta-análise: comparação com diferenças médias e razão de médias aritméticas usando dados empíricos e simulação. **Estatísticas em medicina**, v. 31, n. 17, p. 1857-1886, 2012.

GOYES, David Rodriguez; SANDBERG, Sveinung. Confiança, nuance e cuidado: vantagens e desafios da repetição de entrevistas qualitativas. **Pesquisa Qualitativa**, v. 25, n. 2, p. 330-349, 2025.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

IKART, Emmanuel M. Survey questionnaire survey pretesting method: An evaluation of survey questionnaire via expert reviews technique. **Asian Journal of Social Science Studies**, v. 4, n. 2, p. 1, 2019.

KARABEGOVIĆ, Edina. Implementation of industry 4.0 and robots in production processes of the metal industry. **Int. J. Adv. Eng. Res. Sci.(IJAERS)**, v. 7, n. 12, p. 169-176, 2020.

KARIM, Asma Abdul; KHAN, Muhammad Waris Ali; ADELEKE, A. Q. The Impact of Digital Knowledge Management on Organizational Performance. In: **BUiD Doctoral Research Conference 2023: Multidisciplinary Studies**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 405-413.

MACHADO, C. G. et al. **Gestão do Conhecimento em ambientes da Indústria 4.0**: desafios e perspectivas. Revista Gestão & Tecnologia, v. 18, n. 2, p. 51–73, 2018.

MARTELL, Fernando et al. Evaluation of the degree of automation and digitalization using a diagnostic and analysis tool for a methodological implementation of Industry 4.0. **Computers & Industrial Engineering**, v. 177, p. 109097, 2023.

MÜLLER, Julian Marius; KIEL, Daniel; VOIGT, Kai-Ingo. What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. **Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 247, 2018.

NAM NGUYEN, Hai; MOHAMED, Sherif. Leadership behaviors, organizational culture and knowledge management practices: An empirical investigation. **Journal of management development**, v. 30, n. 2, p. 206-221, 2011.

NARULA, Sanjiv et al. Applicability of industry 4.0 technologies in the adoption of global reporting initiative standards for achieving sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 305, p. 127141, 2021.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica

da inovação. 13.ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 1997.

NORTH, Klaus; KUMTA, Gita. **Knowledge management: Value creation through organizational learning**. Springer, 2018.

OPDENAKKER, Marie-Christine; VAN DAMME, Jan. Teacher characteristics and teaching styles as effectiveness enhancing factors of classroom practice. **Teaching and teacher education**, v. 22, n. 1, p. 1-21, 2006.

PANDEY, Satyendra C.; DUTTA, Andrew. Role of knowledge infrastructure capabilities in knowledge management. **Journal of knowledge management**, v. 17, n. 3, p. 435-453, 2013

PROBST, Gilberto; RAUB, Steffen; ROMHARDT, Kai. **Gestão do conhecimento: os elementos construtivos do sucesso**. Bookman Editora, 2009.

RODRIGUES, Luciene Cavalcanti; DE QUEIROGA, Ana Paula Garrido; MILHOSSI, José Fernando. Indústria 4.0 e a transformação digital Indústria 4.0 e transformação digital. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 8, n. 2, p. 14093-14101, 2022.

ROLDÁN, Juan Jesús et al. A training system for Industry 4.0 operators in complex assemblies based on virtual reality and process mining. **Robotics and computer-integrated manufacturing**, v. 59, p. 305-316, 2019.

SAROOGHI, H.; LENZ, P.; LÖWENBERG, A. **The impact of knowledge sharing on innovation**: A review of the empirical literature. Journal of Knowledge Management, v. 19, n. 6, p. 113-138, 2015.

SCATOLIN, Henrique Guilherme. A gestão do conhecimento nas organizações: o legado de Nonaka e Takeuchi. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 5, n. 2, p. 4-13, 2015.

SHAO, Z.; ZHANG, L.; DENG, X. **Tacit knowledge retention in knowledge-intensive firms**: a case study in China. Journal of Knowledge Management, v. 22, n. 6, p. 1263-1285, 2018.

SIRNIK, Mateja; KMETIČ, Silva. Compreensão da média aritmética. In: **Dados e contexto na educação estatística: Rumo a uma sociedade baseada em evidências. Anais da Oitava Conferência Internacional sobre Estatística do Ensino (ICOTS8).** 2010.

THELWALL, Mike. The precision of the arithmetic mean, geometric mean and percentiles for citation data: An experimental simulation modelling approach. **Journal of informetrics**, v. 10, n. 1, p. 110-123, 2016.

TORTORELLA, Guilherme Luz et al. Organizational learning paths based upon industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers. **International Journal of Production Economics**, v. 219, p. 284-294, 2020.

ZAIM, Halil; MUHAMMED, Shahnawaz; TARIM, Merve**. Relationship between knowledge management processes and performance**: critical role of knowledge utilization in organizations. **Knowledge Management Research & Practice**, v. 17, n. 1, p. 24-38, 2019.

ZONG, Zhijuan; GUAN, Yu. AI-driven intelligent data analytics and predictive analysis in Industry 4.0: Transforming knowledge, innovation, and efficiency. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 16, n. 1, p. 864-903, 2025.