

A IMPORTÂNCIA E O IMPACTO DA TECNOLOGIA NA INDÚSTRIA 4.0

Jhennifer Suelen dos Santos de Melo¹

Lozem Dana Santos da Costa²

Victoria Rachel Barroso da Silva³

RESUMO: A Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, representa um processo de transformação tecnológica marcado pela integração entre sistemas físicos e digitais, conectividade, automação, Internet das Coisas, Big Data, Inteligência Artificial e sistemas ciberfísicos. Essas tecnologias vêm modificando os processos produtivos, a gestão das organizações e as competências profissionais exigidas no ambiente industrial. Diante desse cenário, esta pesquisa tem como objetivo analisar os impactos da Indústria 4.0 nas organizações industriais e nos colaboradores inseridos nesse ambiente tecnológico, considerando as transformações nos processos produtivos, na gestão e nas competências profissionais. Para isso, foi realizada uma pesquisa de abordagem qualitativa, com finalidade descritiva e procedimento bibliográfico, baseada na análise de livros, documentos técnicos e estudos relacionados ao tema. A análise considera principalmente os efeitos da integração das tecnologias digitais sobre a produtividade, a competitividade, a gestão organizacional e o capital humano. A partir da literatura analisada, observa-se que a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 pode contribuir para a otimização dos processos, a redução de desperdícios, a tomada de decisões baseada em dados e o aumento da capacidade de adaptação das organizações. Ao mesmo tempo, a transformação tecnológica apresenta desafios relacionados à infraestrutura, à segurança das informações e à necessidade de qualificação dos profissionais. Dessa forma, a Indústria 4.0 envolve não apenas a adoção de novas tecnologias, mas também mudanças na organização, na gestão e nas competências necessárias ao trabalho industrial.

1

Palavras-chave: Indústria 4.0. Transformação digital. Tecnologia. Automação. Processos industriais.

1. INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0, denominada como a Quarta Revolução Industrial, representa uma importante transformação nos processos produtivos e organizacionais. Esse modelo é marcado pela integração entre os ambientes físico e digital, utilizando recursos tecnológicos capazes de ampliar a automação e a capacidade de análise das organizações. Entre essas tecnologias destacam-se a Internet das Coisas (IoT), Big Data, Inteligência Artificial, Computação em nuvem e os sistemas ciberfísicos. Segundo Klaus Schwab (2016, p. 12) "A quarta revolução

¹Granduanda em Administração.

²Granduanda em Administração.

³Granduanda em Administração.

industrial não é definida por um conjunto de tecnologias emergentes em si mesmas, mas a transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital (anterior)".

Com isso, a implementação desse modelo não se limita apenas a avanços técnicos, ela exige também que as organizações enfrentem desafios estruturais profundos. Entre as principais barreiras destacam-se a necessidade de novos investimentos em infraestrutura, a garantia da cibersegurança em ambientes totalmente conectados e, crucialmente, a requalificação do capital humano para acompanhamento da evolução tecnológica. O trabalhador deixa de ser um executor de tarefas repetitivas para se tornar um gestor de sistemas complexos, exigindo habilidades que unem o conhecimento industrial ao domínio de ferramentas digitais.

Dessa forma, compreender os impactos da Indústria 4.0 torna-se importante para analisar não somente os efeitos da tecnologia sobre a produtividade e a competitividade das organizações, mas também as mudanças provocadas na gestão e nas competências profissionais. Assim, esta pesquisa busca discutir de que maneira a integração das tecnologias digitais contribui para a transformação dos processos industriais e quais desafios estão relacionados a essa mudança.

3. PROBLEMA DE PESQUISA

As transformações tecnológicas que ocorrem no setor industrial por consequência do novo paradigma trazem a necessidade de entender como as mudanças afetam as organizações e os processos produtivos da mesma. Esse cenário é marcado pela chamada Indústria 4.0, que implementa tecnologias digitais como Internet das Coisas, Big Data, inteligência artificial e sistemas ciberfísicos, promovendo maior conectividade e eficiência nos ambientes produtivos industriais de uma forma global.

A união dessas inovações redefine modelos e padrões de gestão e produção, mas também gera desafios relacionados à qualificação da mão de obra, à segurança das informações e aos investimentos em infraestrutura. Contudo, compreender os impactos da Indústria 4.0 significa analisar tanto os benefícios em produtividade e inovação quanto às barreiras que podem comprometer a adaptação das empresas. Dessa forma, de que maneira a integração de tecnologias digitais contribui para a otimização dos processos produtivos em organizações industriais?

4. HIPÓTESE(S)

Considerando o problema de pesquisa formulado, é notada a necessidade de levantar algumas hipóteses que possam orientar o tema analisado. Quando pensado sobre os impactos da Indústria 4.0, vemos que essas hipóteses funcionam como pontos de partida, que poderão ser confirmados ou refutados conforme aprofundamento na análise das informações e dos dados coletados. Dessa forma, ajudam a estruturar o caminho da pesquisa e a organizar melhor as ideias sobre como a tecnologia está transformando o setor industrial e consequentemente sua competitividade.

Com isso, é compreendido que a Indústria 4.0 não se limita apenas a ganhos produtivos, mas também envolve mudanças profundas na forma de trabalhar e gerir processos. Por isso, as hipóteses buscam captar tanto os benefícios quanto os desafios dessa transformação. Assim, é evidente que:

A integração de tecnologias digitais (IoT e Big Data) reduz o tempo de ciclo de produção e o desperdício de recursos, resultando em uma otimização superior à dos modelos de manufatura tradicionais;

A eficácia das tecnologias da Indústria 4.0 está diretamente condicionada ao nível de qualificação técnica da mão de obra, sendo a carência de competências digitais o principal fator de resistência à otimização;

A implementação de sistemas ciberfísicos permite uma gestão preditiva que minimiza paradas não planejadas, elevando a competitividade da organização no setor industrial.

5. JUSTIFICATIVA

O estudo da Indústria 4.0 se torna relevante diante das transformações tecnológicas que reestruturam o setor de fabricação global. Conforme aponta Schwab (2016), a Quarta Revolução Industrial alterou profundamente as estruturas econômicas e sociais, impactando os métodos de produção e as relações laborais. Nesse cenário, compreender esses reflexos é fundamental para que organizações e profissionais se adaptem às exigências de um mercado em evolução.

A escolha deste tema justifica-se pela trajetória acadêmica do pesquisador na área de Administração com foco em gestão de empresas, permitindo uma análise crítica sobre a aplicação da teoria da inovação na realidade operacional e impacto no chão de fábrica. Ao adotar tecnologias avançadas, as empresas elevam sua competitividade. No entanto, essa mudança atinge diretamente o capital humano, exigindo novas competências.

Como destaca o autor principal da área, "Essa mudança atinge diretamente o capital humano, exigindo novas competências. Como destaca DE NEGRI, Fernanda (2018) em sua análise sobre a Quarta Revolução Industrial no Brasil, o cenário atual impõe que o trabalhador desenvolva não apenas o domínio técnico, mas uma flexibilidade cognitiva para lidar com a 'fronteira em constante deslocamento' entre o homem e a máquina."

Dessa forma, a pesquisa busca conectar o conhecimento acadêmico às necessidades reais do mercado de trabalho, ampliando o entendimento sobre os desafios e oportunidades que surgem deste novo tempo tecnológico.

6. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar os impactos da Indústria 4.0 nas organizações industriais e nos colaboradores inseridos nesse ambiente tecnológico, considerando as transformações nos processos produtivos, na gestão e nas competências profissionais exigidas neste novo cenário.

Para que esse objetivo principal seja alcançado de forma estruturada, a investigação desdobra-se em três etapas inter-relacionadas. Primeiramente, busca-se identificar os principais conceitos, fundamentos e características que definem o paradigma da Indústria 4.0 e sua evolução histórica. Em seguida, o estudo pretende analisar as principais tecnologias habilitadoras utilizadas nos processos produtivos contemporâneos, como a Internet das Coisas, o Big Data e a Inteligência Artificial. Por fim, objetiva-se avaliar de que maneira a incorporação dessas tecnologias impacta diretamente a estrutura das organizações industriais, bem como as atividades cotidianas e o perfil de competências exigido dos colaboradores nesse contexto transformador.

4

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 Conceitos e desafios da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é definida como um novo estágio de desenvolvimento organizacional que se baseia na integração física e digital por meio de redes inteligentes, diferente das transformações anteriores o diferencial desta se fundamenta na fusão entre os mundos físico, digital e biológico. Segundo Schwab (2016), essa revolução não se limita apenas a máquinas e sistemas inteligentes e conectados, mas abrange uma gama de avanços que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, alterando a forma como vivemos e trabalhamos.

A essência desta transformação reside na capacidade das fábricas de se tornarem autônomas e altamente responsivas às mudanças de mercado em tempo real. A conectividade extrema permite que o produto final interaja com o meio produtivo durante sua criação. Segundo Iedi (2017, p. 11) “A manufatura avançada é fundamental, pois nela as máquinas de produção processam e se comunicam com o produto para dizer exatamente o que deve ser feito mostrando ainda mais a independência das fábricas”.

Figura 1 - Indústria 4.0 e seus principais impactos



Fonte: Omar Patel (2018).

A implementação bem-sucedida da Indústria 4.0 exige que as organizações enfrentem barreiras estruturais que vão muito além da simples aquisição de novos softwares. De acordo com Sacomano (2018, p. 23):

A Indústria 4.0 promove transformações nas formas de produção e propõe novos modelos de negócios, visando o aumento da produtividade e da competitividade organizacional. No entanto, para que esse potencial seja plenamente atingido, é necessário que as empresas enfrentem o desafio de integrar tecnologias disruptivas a sistemas legados, garantindo a interoperabilidade e a segurança dos dados em toda a cadeia de valor.

Um dos maiores desafios práticos para as indústrias modernas é a garantia da cibersegurança em um ambiente onde tudo está conectado a abertura dos sistemas fabris para a internet aumenta com rapidez a superfície de ataque para invasões ou espionagem industrial. Conforme argumenta Magrani (2018) o desenvolvimento acelerado da Internet das Coisas (IoT) faz surgir dilemas éticos e riscos de segurança que precisam de respostas satisfatórias antes que os sistemas ciberfísicos possam ser considerados totalmente seguros.

No contexto do desenvolvimento industrial brasileiro, os desafios são agravados por questões de infraestrutura e pela carência de investimentos contínuos em inovação, a transição

para o modelo 4.0 exige uma base sólida que muitas empresas locais ainda lutam para construir. Segundo Iedi (2017, p. 24) "sobre essa realidade o principal obstáculo para que o Brasil possa participar de modo ativo do movimento em direção à indústria 4.0 reside na dificuldade de acompanhar o ritmo global de modernização".

A evolução dos sistemas de produção até o estágio atual demonstra que a tecnologia não é apenas um acessório, mas o motor central da competitividade moderna. Conforme explica Simonetti (2023, p. 55):

A Indústria 4.0, por meio de sistemas ciber-físicos, internet das coisas e computação em nuvem, cria um ambiente onde as máquinas, sistemas e ativos tornam-se capazes de trocar informações e responder de forma autônoma às demandas de produção. Esse nível de integração redefine o conceito de eficiência, eliminando gargalos históricos e permitindo uma customização em massa antes considerada inviável.

A questão do capital humano surge como um ponto crítico de adaptação, visto que as competências requeridas mudam drasticamente de tarefas operacionais para funções de análise e supervisão de sistemas complexos. A falta de profissionais qualificados pode se tornar o maior gargalo para a expansão tecnológica nas indústrias. De acordo com Sacomano (2018) o sucesso na jornada digital de uma empresa depende diretamente de como a gestão orchestra a transição cultural e o treinamento técnico de seus colaboradores.

Contudo, a Indústria 4.0 não representa apenas um avanço incremental, mas uma ruptura total com os modelos de gestão do passado. As organizações que não se adaptarem a este novo paradigma tecnológico enfrentarão dificuldades severas para manter sua relevância no mercado. Segundo Schwab (2016, p. 16) "Essa revolução é marcada pela fusão de tecnologias que está a borrar as linhas entre as esferas física, digital e biológica".

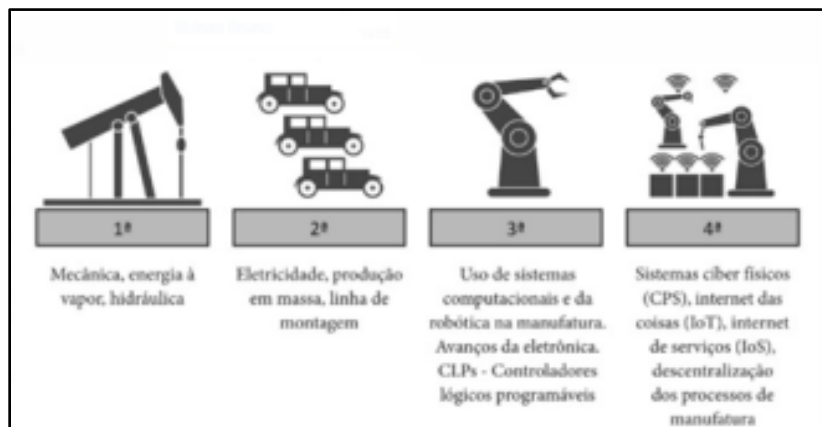
7.2 Evolução da tecnologia na Indústria 4.0

A trajetória da produção industrial é marcada por saltos tecnológicos que redefiniram a capacidade produtiva da humanidade ao longo dos séculos. De acordo com Simonetti (2023) a evolução dos sistemas de produção demonstra que a transição para o modelo 4.0 não é um evento isolado, mas o resultado de um processo histórico de integração entre o conhecimento técnico e a necessidade de eficiência operacional.

A transição da Terceira para a Quarta Revolução Industrial caracteriza-se pela passagem da simples automação para sistemas de inteligência global e integrada, o estágio anterior focava em computadores e robôs isolados, o atual foca na rede que os une. Sobre esse processo evolutivo, "a quarta revolução industrial não diz respeito apenas a sistemas e máquinas

inteligentes e conectadas, mas sim a uma mudança sistêmica que ocorre simultaneamente em múltiplas frentes” (Schwab, 2016, p. 14).

Figura 2 - As quatro revoluções industriais



Fonte: José Benedito Sacomano (2018).

A evolução tecnológica permitiu que a manufatura saísse de um estado de rigidez para uma flexibilidade extrema, onde a comunicação entre os ativos de fábrica se torna o diferencial competitivo. Conforme detalha Sacomano (2018, p. 32):

O desenvolvimento histórico das revoluções industriais culminou em um cenário onde a Tecnologia da Informação (TI) e a Tecnologia Operacional (TO) convergem de forma definitiva. Essa evolução permitiu a criação de sistemas ciber-físicos, nos quais o monitoramento em tempo real e a descentralização do controle transformam a fábrica em um organismo vivo e inteligente, capaz de se autorregular perante as oscilações da demanda.

7

O surgimento da Internet das Coisas (IoT) foi o incentivador que permitiu o avanço para além da automação convencional, inserindo inteligência em objetos que antes eram passivos, essa evolução possibilitou que sensores e dispositivos passassem a coletar e transmitir dados constantes sobre o status de produção. Segundo Magrani (2018) a evolução para uma sociedade conectada exige que os objetos ganhem agência, tornando partes ativas de um sistema complexo que exige novas estruturas de governança e segurança digital.

A maturidade das tecnologias digitais permitiu que a indústria alcançasse um nível de precisão e customização em massa que era impensável nas décadas de 1970 ou 1980. Segundo Sacomano (2018, p. 45) “a Indústria 4.0 representa um novo paradigma produtivo baseado na integração digital, permitindo sistemas mais flexíveis, inteligentes e capazes de atender demandas específicas com elevado nível de eficiência”.

A tecnologia deixou de ser uma ferramenta de suporte para ser a base da estratégia de

negócio. Segundo Schwab (2016) é destacado que a velocidade das rupturas atuais não tem precedentes históricos, crescendo de forma exponencial e não mais linear como nas revoluções passadas.

A evolução dos sistemas produtivos também trouxe uma mudança na forma como os dados são interpretados e utilizados para a tomada de decisão estratégica dentro das fábricas modernas. De acordo com Simonetti (2023, p. 45):

Ao longo das décadas, passamos do controle manual para o controle numérico e, finalmente, para a inteligência preditiva. Na Indústria 4.0, a evolução tecnológica possibilita que os sistemas não apenas identifiquem uma falha que já ocorreu, mas que antecipem o problema por meio da análise de grandes volumes de dados (Big Data), garantindo que a produção não sofra paradas desnecessárias e otimizando o ciclo de vida dos ativos.

Além do hardware, a evolução dos softwares e dos algoritmos de inteligência artificial permitiu que a complexidade da produção fosse gerenciada de forma mais simples e intuitiva pelos gestores, o desenvolvimento dessas plataformas digitais criou uma camada de inteligência que orquestra todos os recursos da organização. Conforme reforça Sacomano (2018) essa evolução rumo à digitalização plena exige que as empresas abandonem modelos de gestão tradicionais e adotem posturas mais ágeis e colaborativas para acompanhar o ritmo da inovação.

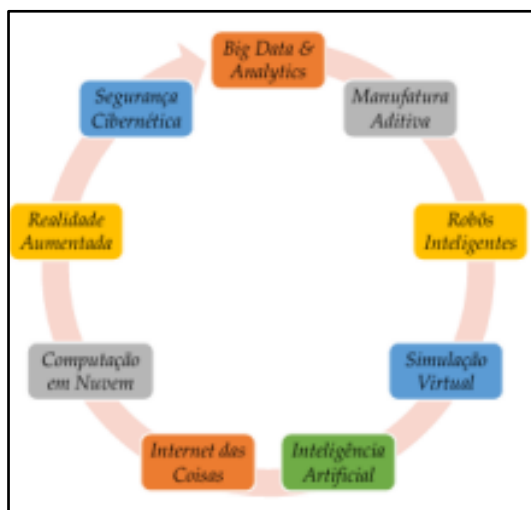
7.3 Tecnologias aplicadas na Indústria 4.0

8

A operacionalização da Indústria 4.0 depende de um conjunto de tecnologias habilitadoras, ferramentas como a computação em nuvem e o Big Data fornecem a infraestrutura necessária para o processamento de grandes volumes de informações geradas no chão de fábrica. De acordo com Simonetti (2023) a aplicação dessas tecnologias permite que a gestão tenha uma visão holística e em tempo real de toda a cadeia produtiva, facilitando a identificação de gargalos.

Entre as tecnologias mais impactantes, a Internet das Coisas (IoT) destaca-se por conectar dispositivos físicos ao mundo digital, criando uma rede de comunicação constante, essa conectividade transforma objetos passivos em componentes inteligentes do processo. Sobre essa tecnologia, como cita Magrani (2018, p. 22) “afirma que a IoT consiste em uma infraestrutura global para a sociedade da informação, permitindo serviços avançados através da interconexão de coisas”.

Figura 3 - Rede e Conexões da Indústria 4.0



Fonte: Rhubens Ewald Moura (2020, p. 11).

A Inteligência Artificial (IA) atua como o cérebro do sistema, processando dados complexos para gerar diagnósticos e previsões que auxiliam os gestores na tomada de decisão. Conforme explica Silva et al. (2023, p. 48):

A IA na indústria não se limita à substituição do esforço humano, mas à ampliação da capacidade analítica. Através de algoritmos de aprendizado de máquina, os sistemas tornam-se capazes de reconhecer padrões de falhas antes que elas ocorram, permitindo que a manutenção preditiva substitua modelos antigos de conserto após a quebra, garantindo a continuidade do fluxo produtivo.

9

A robótica avançada também desempenha um papel fundamental, evoluindo de máquinas isoladas para robôs colaborativos que trabalham lado a lado com os seres humanos, esses sistemas são dotados de sensores de alta precisão que garantem a segurança e a flexibilidade necessária para produções customizadas. Segundo Sacomano (2018) a nova geração de robôs é caracterizada pela facilidade de programação e pela capacidade de adaptação a diferentes tarefas sem a necessidade de longas paradas para reconfiguração.

Outro pilar tecnológico é a Manufatura Aditiva, popularmente conhecida como impressão 3D, que permite a criação de peças complexas com economia de material e tempo. Segundo Iedi (2017, p. 15) “Essa tecnologia revoluciona a prototipagem e a produção de peças de reposição é vista como uma ferramenta que permite a produção de objetos físicos a partir de um modelo digital por meio da deposição sucessiva de camadas”.

A integração desses sistemas ciberfísicos cria o que se chama de "Gêmeo Digital", uma réplica virtual de um processo ou produto físico que permite simulações e testes sem riscos ao mundo real. De acordo com Schwab (2016, p. 25):

A capacidade de simular o comportamento de sistemas complexos no mundo virtual antes de sua implementação física reduz drasticamente os custos de inovação. Os sistemas ciberfísicos permitem que os projetistas testem milhares de variáveis em segundos, garantindo que o produto final ou o processo de fabricação atinja o nível máximo de eficiência e qualidade desde o primeiro dia de operação.

A tecnologia de Blockchain começa a ser aplicada para garantir a rastreabilidade e a transparência em toda a cadeia de suprimentos, assegurando que as informações sobre a origem e o manuseio dos insumos sejam imutáveis. Conforme destaca a principal autora Silva (2023) a integração do Blockchain com a IoT cria um registro histórico auditável que fortalece a relação entre fornecedores e clientes finais.

Por fim, as tecnologias aplicadas na Indústria 4.0 formam uma base interconectada que sustenta a competitividade moderna através da digitalização total. A sinergia entre essas ferramentas é o que define o sucesso da transformação digital. Nesse contexto, Sacomano (2018, p. 23) “a Indústria 4.0 fundamenta-se na integração de tecnologias digitais, promovendo a interconectividade entre sistemas produtivos, evidenciando que a sinergia entre essas ferramentas é determinante para o sucesso da transformação digital”.

7.4 Impactos na Gestão Organizacional e Competitividade

10

A integração das tecnologias digitais no ambiente fabril altera profundamente a dinâmica da gestão, permitindo que as decisões deixem de ser baseadas em suposições para fundamentarem-se em dados precisos. Considerando este apontamento, Porter e Heppelmann (2014) esse cenário evidencia a transição para modelos de gestão orientados por dados, nos quais a informação em tempo real se torna um ativo estratégico para a tomada de decisão.

Essa mudança eleva o patamar de competitividade das empresas, que passam a operar com maior agilidade frente às oscilações do mercado global. Conforme explica Simonetti (2023):

A otimização de processos via inteligência digital na Indústria 4.0 visa aumentar a produtividade e competitividade, reduzindo custos e desperdícios por meio da tomada de decisão baseada em dados. Essa abordagem estratégica promove a resiliência organizacional, tornando a produção mais ágil e adaptável às dinâmicas do mercado.

Figura 4 - Grandes Impactos da Indústria 4.0



Fonte: Adaptado de Bauernhansl, 2013.

A competitividade na era 4.0 está intrinsecamente ligada à capacidade da organização em processar informações e transformá-las em valor para o cliente de forma rápida. Segundo Iedi (2017, p. 18) “O diferencial não é mais apenas o volume de produção, mas a inteligência aplicada a ela, a literatura destaca que a competitividade será cada vez mais baseada na capacidade de inovação e na agilidade de resposta das empresas”.

A gestão organizacional precisa evoluir para modelos mais horizontais e colaborativos, onde a transparência dos dados permite uma coordenação mais eficiente entre os diferentes setores da empresa. De acordo com Sacomano (2018, p. 45):

A Indústria 4.0 exige uma reconfiguração da gestão da produção e da cadeia de suprimentos, migrando de sistemas centralizados para modelos de decisão descentralizados. Essa transformação permite que as organizações alcancem níveis superiores de produtividade, uma vez que a integração digital facilita a sincronização entre a demanda do mercado e a capacidade fabril, reduzindo estoques intermediários e otimizando o uso dos ativos fixos.

O impacto na competitividade também se reflete na criação de novos modelos de negócio, como a servitização, onde a empresa deixa de vender apenas um produto físico e passa a oferecer serviços agregados baseados em monitoramento remoto. Segundo Schwab (2016) a digitalização permite que as empresas mantenham um vínculo constante com seus produtos após a venda, utilizando os dados de desempenho para melhorar continuamente a experiência do usuário e a eficiência operacional.

A eficiência alcançada pela gestão 4.0 permite que as indústrias realizem a customização em massa, atendendo requisitos de cada cliente específico com custos próximos aos da produção em série gerando vantagem competitiva inalcançável. Sobre essa capacidade, de acordo com Iedi (2017, p. 15) “afirma-se que a tecnologia permite que as empresas produzam itens

personalizados de acordo com as necessidades individuais de cada consumidor" de maneira escalável.

O papel dos gestores é redefinido, passando de uma supervisão direta de tarefas para a orquestração de sistemas complexos de dados e ativos inteligentes. Conforme aponta Simonetti (2023, p. 62):

A gestão organizacional na Indústria 4.0 deve estar focada na análise preditiva e na gestão de riscos cibernéticos. O impacto da tecnologia na tomada de decisão é tão profundo que os líderes precisam desenvolver uma visão sistêmica que integre o chão de fábrica ao planejamento estratégico de longo prazo, garantindo que a inovação tecnológica resulte em ganhos reais de lucratividade e sustentabilidade econômica para o negócio.

Além disso, a competitividade industrial passa a depender da integração total com os fornecedores e parceiros logísticos, formando um ecossistema digital onde todos compartilham a mesma base de informações, essa visibilidade total da cadeia de valor minimiza falhas de comunicação e atrasos na entrega de insumos. Conforme destaca Sacomano (2018 p. 23) “desenvolver alta tecnologia de modo a fazer com que os sistemas automatizados que controlam os equipamentos industriais pudessem se comunicar trocando, assim, informações/dados entre máquinas e seres humanos, de forma a otimizar todo o processo de produção”.

Enfim, o impacto na gestão reflete-se na necessidade de uma postura proativa perante as quebras tecnológicas que podem tornar modelos de negócio obsoletos em pouco tempo, a adaptabilidade é a nova regra de ouro para a sobrevivência no mercado industrial. Como dito por Teece (2018) ambientes de rápidas mudanças tecnológicas, a capacidade das empresas de se adaptar, inovar e reconfigurar seus recursos torna-se fundamental para a sua sobrevivência.

7.5 O Papel do Capital Humano e Novas Competências

A transição para a manufatura avançada desloca o papel do trabalhador de tarefas puramente operacionais para funções de supervisão e gestão de sistemas inteligentes. Conforme explica Silva (2023) a valorização do trabalhador na Indústria 4.0 está diretamente ligada à sua capacidade de interpretar dados e interagir com interfaces ciberfísicas, tornando o aprendizado contínuo uma necessidade estratégica para a sobrevivência profissional.

A mudança no perfil das ocupações gera uma demanda por competências que as máquinas ainda não conseguem replicar, como a criatividade e a inteligência emocional, o trabalhador deixa de ser um executor de movimentos repetitivos para se tornar um

solucionador de problemas complexos. Nesse sentido, conforme Schwab (2016, p. 21) “é destacado que o talento, mais do que o capital, representará o fator crítico de produção na economia da quarta revolução”.

Figura 4 - Mudanças e novas adaptações do colaborador 4.0



Fonte: Henrique Machado (2022).

A requalificação da mão de obra é apontada como um dos maiores desafios para as indústrias, pois o ritmo das inovações tecnológicas muitas vezes supera a velocidade de atualização dos sistemas de ensino tradicionais. De acordo com Sacomano (2018, p. 82):

A educação para a Indústria 4.0 deve focar no desenvolvimento de competências transversais, capacitando o profissional para atuar em ambientes multidisciplinares. Não se trata apenas de ensinar a operar uma nova máquina, mas de preparar o colaborador para compreender a lógica dos sistemas integrados, onde a falha em um ponto da rede impacta toda a cadeia de valor, exigindo uma visão sistêmica e proativa que era pouco explorada nos modelos de gestão anteriores.

13

O surgimento de novas profissões, como analistas de dados industriais e arquitetos de soluções em nuvem, reflete a necessidade de uma força de trabalho altamente especializada. Por outro lado, atividades de baixo valor agregado e repetitivas tendem a ser totalmente automatizadas, o que gera um alerta sobre a desigualdade no mercado de trabalho. Segundo Schwab (2016) a grande preocupação reside no potencial da tecnologia polarizar o emprego, beneficiando aqueles que possuem alta qualificação tecnológica em detrimento daqueles cujas funções são facilmente substituíveis por algoritmos.

A interação entre humanos e robôs colaborativos (cobots) exemplifica a simbiose necessária no chão de fábrica moderno, onde a força e a precisão das máquinas se unem à capacidade de julgamento humana. Essa cooperação eleva a segurança e a produtividade. Sobre essa relação, é afirmado por Silva (2023, p. 112) “que a tecnologia deve ser vista como uma ferramenta de auxílio que amplia as capacidades humanas em vez de simplesmente substituí-

las".

O papel da liderança também sofre transformações drásticas, exigindo gestores que saibam conduzir equipes em ambientes de alta incerteza e constante mudança tecnológica. Conforme aponta Sacomano (2018, p. 95):

Os líderes da era digital precisam desenvolver a capacidade de orquestrar talentos humanos e recursos tecnológicos de forma harmoniosa. O impacto nas competências de gestão envolve a habilidade de fomentar uma cultura de inovação aberta, onde o erro é visto como parte do processo de aprendizado e a colaboração entre diferentes áreas da empresa é estimulada pela transparência dos dados, permitindo que a inteligência coletiva da organização seja potencializada pelas ferramentas de análise digital.

A ética e a responsabilidade social se tornam pilares fundamentais na gestão do capital humano, especialmente no que tange à privacidade dos dados dos colaboradores e ao monitoramento do desempenho via sensores, a transparência na utilização dessas tecnologias é essencial para manter o engajamento e a confiança da equipe no processo de transformação digital. De acordo com Magrani (2018) a governança sobre os sistemas conectados deve garantir que o progresso tecnológico não ocorra em prejuízo dos direitos fundamentais e da dignidade do trabalhador inserido na sociedade conectada.

O sucesso da Indústria 4.0 depende menos da tecnologia em si e mais da capacidade das pessoas em operá-la e extrair valor das novas ferramentas. O ser humano continua sendo o centro das decisões estratégicas. Segundo Schwab (2016, p. 16) "com isso deve - se reforçar a fusão de tecnologias que está a borrar as linhas entre as esferas física, digital e biológica" sempre com o objetivo de elevar a condição humana.

14

8. METODOLOGIA

A fundamentação da trajetória metodológica deste estudo é o que garante o rigor científico necessário para compreender os impactos da Indústria 4.0. Para tanto, a pesquisa foi desenvolvida sob uma abordagem qualitativa, com fins descritivos, utilizando como procedimento principal a pesquisa bibliográfica. A escolha por este método justifica-se pela necessidade de realizar um levantamento denso sobre o estado da arte do tema, baseando-se em material já publicado por especialistas da área, o que permite uma análise comparativa e profunda sem a necessidade de intervenção direta em ambientes fabris.

O desenvolvimento deste trabalho foi estritamente baseado em um acervo selecionado de fontes secundárias, composto por livros e documentos técnicos de referência que foram

anexados para esta investigação. Entre as obras fundamentais, destacam-se os estudos de Klaus Schwab (2016) as análises estruturais de José Benedito Sacomano (2018) e as perspectivas evolutivas de Marcelo Simonetti (2023) além de relatórios setoriais emitidos pelo Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI). A coleta desses dados ocorreu por meio de uma leitura analítica e seletiva, priorizando informações publicadas entre os anos de 2010 e 2025, garantindo que o embasamento teórico seja atualizado e condizente com a velocidade das rupturas tecnológicas contemporâneas.

Quanto à delimitação do estudo, a pesquisa não se restringe a um espaço geográfico específico, mas sim ao cenário da manufatura avançada em uma perspectiva global e nacional, abrangendo o período que compreende desde a consolidação dos primeiros conceitos da quarta revolução até as tendências futuras de gestão. O instrumento de coleta de dados foi a técnica de fichamento e destaque de trechos relevantes que dialogam diretamente com o problema de pesquisa e com os objetivos específicos estabelecidos, focando na tríade: tecnologia, processos e pessoas.

Por fim, o procedimento de análise dos dados seguiu o método de análise de conteúdo, onde o material coletado nos livros foi organizado em eixos temáticos. Este processo permitiu o confronto de ideias entre os autores citados, facilitando a validação das hipóteses levantadas e a construção de uma narrativa que descreve como a tecnologia atua como motor de otimização organizacional. Dessa forma, a integração entre a teoria consultada e a descrição dos fenômenos observados na literatura constitui a base para os resultados e conclusões desta pesquisa.

9. CRONOGRAMA

O cronograma de atividades é uma ferramenta importante para organizar o desenvolvimento deste trabalho, pois permite planejar cada etapa de forma clara e dentro do prazo. Com ele, é possível acompanhar o andamento das atividades e garantir que todas as fases sejam realizadas corretamente. Com citado por PICININI, Elieser Fernando; DIAS, Tiago Farias (2021, p.60) “análise da área de projetos envolve vários processos que servem de suporte para o gerenciamento, a gestão do tempo na execução de projetos pode ser considerada elemento fundamental, pois, por meio dela, estará assegurada a conclusão do projeto no prazo previsto”.

Tabela 1 – Cronograma de Atividades (Intensivo)

Atividades / Semanas (2026)	Fev (S2-S3)	Fev (S4)	Mar (S1-S2)	Mar (S3)	Mar (S4)	Abr (S1)	Mai (S1-S3)	Jun (S1)
Início das Pesquisas: Delimitação e busca bibliográfica	x	x			x			
Seleção de autores e leitura das fontes		x	x					
Redação da Fundamentação Teórica (Títulos 1, 2 e 3)		x	x	x	x	x	x	
Análise de dados e inserção das 7 Figuras (Normas ABNT)				x				
Elaboração da Metodologia e Considerações Finais		x				x		
Revisão Ortográfica e ABNT (Citações e Referências)	x	x	x	x		x	x	
Entrega Final (04/04 /2026)								x

Fonte: O autor (2026)

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa permitiu concluir que a Indústria 4.0 não representa apenas um avanço incremental, mas uma ruptura total com os modelos de gestão e produção do passado. A integração de tecnologias como IoT, Big Data e Inteligência Artificial redefine a eficiência operacional, transformando as fábricas em organismos vivos e inteligentes capazes de se autorregular perante as oscilações do mercado. Concluímos que com base no desenvolvimento alguns pontos ficaram evidentes, sendo eles:

Otimização e Competitividade, transição para o modelo 4.0 eleva a competitividade ao permitir a customização em massa com custos de produção em série, eliminando gargalos históricos por meio da gestão preditiva. Barreiras Estruturais, o sucesso da digitalização no cenário industrial, especialmente no contexto brasileiro, enfrenta obstáculos severos, como a dificuldade em acompanhar o ritmo global de modernização, a necessidade de garantir a cibersegurança e a integração de sistemas legados. O Fator Humano, capital humano surge como o ponto mais crítico e estratégico da transformação. A tecnologia deve ser vista como uma ferramenta que amplia as capacidades humanas, exigindo profissionais com competências

híbridas e capacidade de solucionar problemas complexos, deslocando o homem de tarefas repetitivas para funções de supervisão e análise.

A Quarta Revolução Industrial promove a fusão definitiva entre o hardware físico e a inteligência virtual. Para as organizações, a adaptabilidade é a nova regra de sobrevivência. Conclui-se que o sucesso desta jornada depende menos da tecnologia isolada e mais da capacidade de lideranças e colaboradores em orquestrar essas ferramentas para elevar a condição humana e a relevância das empresas no mercado global.

REFERÊNCIAS

BRANCO, Sérgio; TEFFÉ, Chiara Spadaccini de (Coords.). **Inteligência artificial e sociedade conectada**. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio, 2025. 368 p. (Diálogos da pós-graduação em direito digital). (p. 3)

COLLABO. **A Indústria 4.0 e a revolução digital**: entenda o que está por vir e quais serão os impactos para empresas e profissionais. [S. l.]: Collabo, [20--].

DE NEGRI, Fernanda. *Novos caminhos para a inovação no Brasil*. Washington, DC: Wils on Center, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/491a3439-67bo-467e-860a-19601ac6cdab/content> Acesso em: 15 mar. 2026.

EVANGELISTA, Rafael. **Para além das máquinas de adorável graça**: cultura hacker, cibernética e democracia. São Paulo: Edições Sesc São Paulo, 2018.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

PORTER, Michael E.; HEPPELMANN, James E. **How smart, connected products are transforming competition**. Harvard Business Review, 2014.

POPKOVA, Elena G.; RAGULINA, Yulia V.; BOGOVIZ, Aleksei V. (ed.). **Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century**. Cham, Suíça: Springer, 2019. (Studies in Systems, Decision and Control, v. 169).

RIBEIRO, Rhubens Ewald Moura; ABREU, Cecília Rochele Silva de. **Inovação em sistemas de produção na era da Indústria 4.0**. 1. ed. Teresina: Kindle Direct Publishing, 2020.

SOUZA, João Bruno Pereira de et al. Indústria 4.0 e seu cenário no Brasil. *RevistaFT*, v. 26, n. 116, nov. 2022. Disponível em: Acessar artigo. Acesso em: 28 abr. 2026.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SACOMANO, José Benedito; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra da; BONILLA, Silvia Helena; SÁTYRO, Walter Cardoso (org.). **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Blucher, 2018.

SILVA, Márcia Terra da; GONÇALVES, Rodrigo Franco; BONILLA, Silva Helena; SACOMANO, José Benedito (org.). **Transformação Digital e Indústria 4.0: produção e sociedade**. São Paulo: Blucher, 2023.

SIMONETTI, Marcelo José. **A evolução dos sistemas de produção até a Indústria 4.0**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2023.

SANTOS, Lucas Gabriel de Jesus; COUTINHO, Paulo Roberto de Souza. **Impactos da Indústria 4.0 na Engenharia de Produção no cenário brasileiro**. Revista Científica Multidisciplinar Foco, [s. l.], v. 10, n. 119, 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/impactos-da-industria-4-0-na-engenharia-de-producao-no-cenario-brasileiro/>. Acesso em: 17 mar. 2026.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro**. São Paulo: IEDI, 2017.

Teece, D. J. (2012). **Dynamic capabilities: routines versus entrepreneurial action**. Journal of Management Studies. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01080>.

PICININI, Elieser Fernando; DIAS, Tiago Farias (p. 1). **Gerenciamento do cronograma de projetos como fator de sucesso para sua execução: estudo de caso em uma empresa de calçados no Vale do Paranhana/RS** (p. 1). Revista Eletrônica das Faculdades Integradas de Taquara (FACCAT), Taquara, p. 59-85, 2021 (pp. 1-2). Disponível em: faccat.br. Acesso em: 14 maio 2026.