



**REVISTA BRASILEIRA DE MECATRÔNICA**  
FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA

**O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA QUALIDADE DO PRODUTO E O IMPACTO DAS  
TECNOLOGIAS HABILITADORAS NA OPERAÇÃO**

**THE IMPACT OF INDUSTRY 4.0 ON PRODUCT QUALITY AND THE IMPACT OF ENABLED  
TECHNOLOGIES ON OPERATIONS**

**Anderson Tadeu de Santi Barbosa de Almeida<sup>1, i</sup>**

**Gabriel Simplício Lopes<sup>2, ii</sup>**

**Jaime Denis M. Nascimento<sup>3, iii</sup>**

**Ugo Ibusuki<sup>4, iv</sup>**

Data de submissão: (02/01/2024) Data de aprovação: (10/12/2024)

**RESUMO**

A utilização de tecnologias da Indústria 4.0 é considerada como uma estratégia para tornar os processos mais eficientes e alcançar a máxima qualidade nos produtos. O conceito de gestão da qualidade total baseia-se no cumprimento dos requisitos de qualidade em todos os processos e setores da empresa na busca pela satisfação das necessidades dos clientes com rapidez e precisão através da contribuição das tecnologias. Nesse contexto de digitalização e busca pela excelência produtiva, este artigo apresenta um estudo do impacto da Indústria 4.0 na qualidade do produto e como as tecnologias habilitadoras impactam os processos. Foi utilizado como metodologia uma revisão sistemática da literatura, além da análise de 25 artigos que foram escritos entre os anos de 2013 e 2022. Os resultados indicam que a Indústria 4.0 tem impactos positivos na gestão da qualidade. As tecnologias habilitadoras promovem ganhos de produtividade, programas de produção flexíveis e customizados, além da redução de custos de retrabalhos. A integração de dados em tempo real permite a detecção precoce de erros, proporcionando correções mais ágeis e evitando desperdícios. A análise de *Big Data* e a inteligência artificial auxiliam na previsão de problemas e na otimização dos processos. Porém, a adoção plena da Indústria 4.0 requer investimentos em atualização tecnológica e desenvolvimento de competências por parte das empresas. A pesquisa também destaca a necessidade de estudos adicionais sobre potenciais obstáculos e riscos associados à implementação da Indústria 4.0 e seus impactos na qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0; qualidade 4.0; gestão da qualidade.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia de Produção pela UNESP. E-mail: [anderson.santi@ufabc.edu.br](mailto:anderson.santi@ufabc.edu.br)

<sup>2</sup> Mestrando em Engenharia de Produção pela UFABC. E-mail: [gabriel.simplicio@ufabc.edu.br](mailto:gabriel.simplicio@ufabc.edu.br)

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia de Produção pela UFABC. E-mail: [jaime.jdmn@gmail.com](mailto:jaime.jdmn@gmail.com)

<sup>4</sup> Professor no Programa de Engenharia de Gestão da UFABC. Email: [ugo.ibusuki@ufabc.edu.br](mailto:ugo.ibusuki@ufabc.edu.br)

## ABSTRACT

The use of Industry 4.0 technologies is considered a strategy to make processes more efficient and achieve maximum product quality. The concept of total quality management is based on meeting quality requirements in all processes and sectors of the company in order to satisfy customer needs quickly and accurately through the contribution of technologies. In this context of digitalization and the search for productive excellence, this article presents a study of the impact of Industry 4.0 on quality and how enabling technologies impact processes. A systematic literature review was used as the methodology, in addition to the analysis of 25 articles that were written between 2013 and 2022. The results indicate that Industry 4.0 has positive impacts on quality management. Enabling technologies promote productivity gains, flexible and customized production programs, and reduced rework costs. Real-time data integration allows for early error detection, providing faster corrections and avoiding waste. Big Data analysis and artificial intelligence help predict problems and optimize processes. However, the full adoption of Industry 4.0 requires investments in technological updates and skills development by companies. The research also highlights the need for additional studies on potential obstacles and risks associated with the implementation of Industry 4.0 and its impacts on product quality.

**Keywords:** Industry 4.0; Quality 4.0; Quality Management.

## 1 INTRODUÇÃO

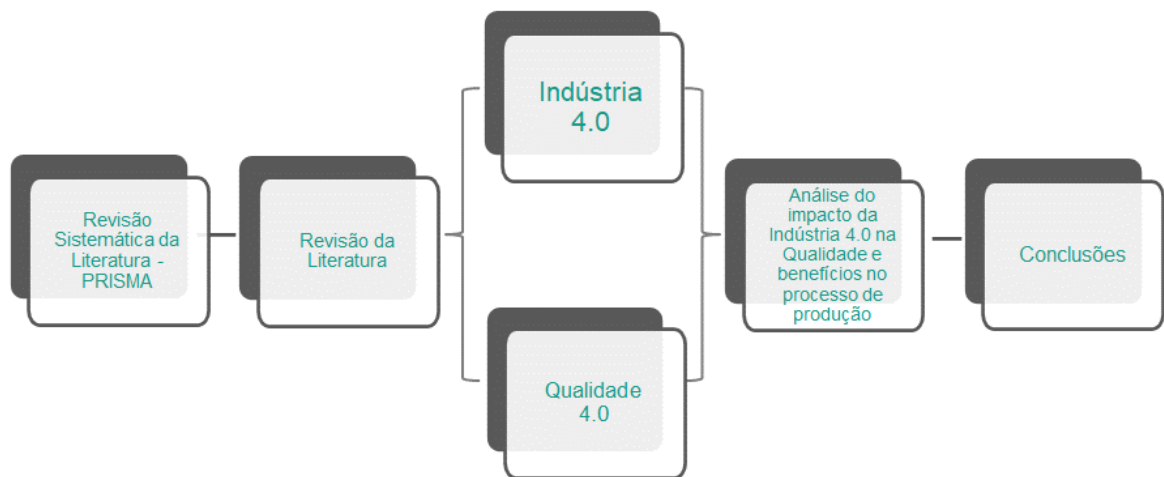
Com o avanço da tecnologia, os sistemas e processos usados para criar valor também estão se desenvolvendo. Para aumentar a produção de valor, os processos e tecnologias de desenvolvimento precisam se adaptar à nova revolução industrial. A Indústria 4.0, conhecida como a Quarta Revolução Industrial, surgiu com a digitalização da indústria manufatureira (Weking *et. al.*, 2018). São muitos os autores que apontam que a Indústria 4.0 pode melhorar significativamente o desempenho das empresas, nas mais diversas áreas organizacionais.

Portanto, o objetivo de alta prioridade de muitas empresas é identificar novas oportunidades dentro da Indústria 4.0 e obter resultados organizacionais significativos (Ganzarain e Errasti, 2016). Atualmente, as tecnologias da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas (IoT), *Big Data*, *Cloud Computing*, Inspeção Visual, têm vindo a melhorar a digitalização da fábrica com muitas vantagens ao nível da eficiência produtiva, qualidade do produto e redução de custos (Reis, 2018).

Nesse sentido, é de fundamental importância entender como gerenciar e melhorar os processos de qualidade na era da Indústria 4.0. Além disso, pesquisas abordando o papel do *Quality Management* (QM) na transformação digital são escassas (Ponsignon, Kleinhans e Bressolles, 2019). Do ponto de vista estratégico, o Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) gera um fortalecimento na gestão da organização. As mudanças e inovações tecnológicas propostas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) tornam os SGQs sistemas inteligentes que melhoram a tomada de decisão e os processos em geral. Assim, os SGQs passam a ganhar importante reconhecimento como produto chave do capital intelectual da organização (Elia, Margherita e Passiante, 2020).

Com base nessas afirmações, conforme Figura 1, este artigo tem como objetivo, através de uma revisão de literatura, descrever o impacto da Indústria 4.0 na qualidade do produto e como a adoção das tecnologias habilitadoras podem impactar os processos. O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o embasamento teórico. Na Seção 3 é incluída a metodologia aplicada para o desenvolvimento do modelo proposto. Na Seção 4, uma discussão é fornecida através dos resultados e análises. Por fim, na Seção 5 são descritas as conclusões.

Figura 1 - Representação do objetivo do artigo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Indústria 4.0

De acordo com o estudo Acatech (Schuh *et. al.*, 2020), o “*Industrie 4.0 Maturity Index*”, muitas organizações ainda carecem de um entendimento básico dos principais aspectos da Indústria 4.0. Por exemplo, as empresas geralmente restringem incorretamente a Indústria 4.0 à digitalização ou automação total. Além disso, em vez de buscar um senso coletivo de mudança, elas se concentram em mudanças isoladas que têm pouco ou nenhum efeito. Para que os benefícios da Indústria 4.0 sejam percebidos, essas mudanças devem ser aplicadas a todos os setores, seja no relacionamento com o consumidor, entendendo suas necessidades (envolvendo ferramentas de análise comportamental) ou na automatização de processos industriais e até mesmo, as tecnologias podem ser facilitadoras no aumento, bem como garantidoras da qualidade dos produtos produzidos.

Segundo o estudo, a principal característica dessa nova era é a velocidade com que as mudanças podem ocorrer. Quanto mais rápidas forem as mudanças organizacionais para atender às atuais necessidades do mercado, maiores serão os benefícios (Tsukada, Ibusuki e Almeida, 2024). Essas mudanças também estão relacionadas ao tempo de produção e entrega. Empresas eficientes que se adaptaram às novas tecnologias podem produzir melhor, mais rapidamente, com maior qualidade e entregar produtos em menos tempo.

## 2.2 Qualidade 4.0

O termo Qualidade 4.0 é um nome que vem sendo dado a uma busca pela excelência no que se refere à qualidade em um momento em que vem ocorrendo transformação digital (Seiffert e Drange, 2016). Da mesma forma que a Quarta Revolução Industrial vem com a ideia de reformular o processo produtivo, tende a reformular também a forma como se pensa e trata a qualidade do produto dentro das empresas. Consiste numa abordagem de uma ideia de maior valor agregado que irá aumentar as expectativas sobre confiança em produtos e processos, transparência e segurança. Apesar desse termo Qualidade 4.0 não ser ainda realmente utilizado, é natural que ocorram implicações na qualidade do produto com a Quarta Revolução Industrial (Figura 2), devido a uma maior aproximação e maior ciência dos problemas, com uma expectativa ainda maior que eles sejam eliminados.

Portanto, com as demandas da Indústria 4.0, será necessário se preocupar mais em como gerir os dados coletados dos processos, do que se preocupar com a organização que os coleta.

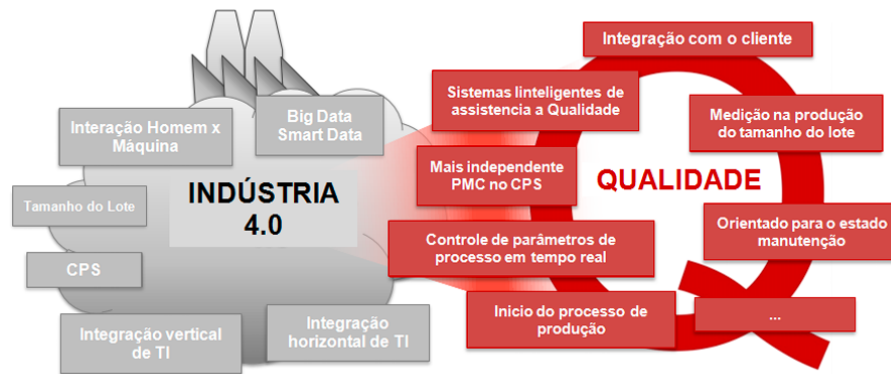
O conceito que se tem a respeito das expectativas do cliente tende a se expandir, com a possibilidade de aprender mais sobre os clientes com objetos cada vez mais conectados ao redor deles (Goasduff, 2017). Apesar de toda a evolução que os sistemas de garantia da qualidade tenham conseguido ao longo dos anos, em caso de problemas de qualidade do produto, ainda leva um tempo até que as correções dos erros dos processos de produção sejam realizadas. Há um *gap* entre o momento que o erro acontece e o momento que esse erro é identificado e outro *gap* entre a identificação e a correção definitiva.

Entretanto, com a implementação de sensores, câmeras e outros elementos conectados, essa inspeção do processo com olhos para a garantia da qualidade passará a ser mais ativa e em tempo real, aumentando a possibilidade de correções de maneiras muito mais ágeis. Dessa forma será possível aumentar a confiança nos processos, evitando retrabalhos e desperdícios, além da qualidade estar assegurada em 100% dos produtos produzidos. Contudo, é importante conhecer muito bem os processos para que sejam definidas as ferramentas realmente adequadas (Camargo, 2011).

Assim, as decisões que serão tomadas baseadas em dados serão ainda mais eficazes. Com um cliente cada vez mais exigente e com processos cada vez mais personalizados, com diversos tipos de produtos sendo produzidos em um processo flexível, ter esse controle eficaz sobre a garantia da qualidade será crucial para se manter à frente da competitividade.

De encontro com isso, os profissionais da qualidade terão um protagonismo ao liderar os esforços durante essa etapa de transformação digital, pois são pessoas habilitadas para resolver os problemas que podem surgir durante essa etapa de transformação. Além disso, tem-se a expectativa que esses profissionais tenham a capacidade e habilidade de lidar com problemas mais estruturados, tomar decisões baseadas em dados e serem os facilitadores das mudanças culturais com essa evolução (Badri *et al.*, 2018).

Figura 2 - Tecnologias da Indústria 4.0 vs. Oportunidades na Garantia da Qualidade.



Fonte: Seiffert e Drange, 2016.

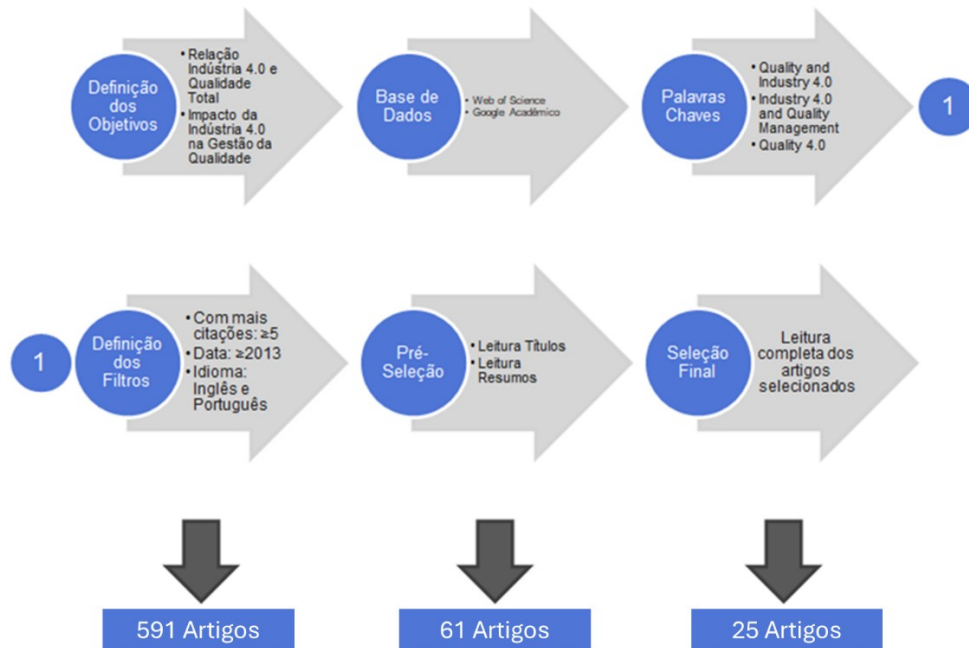
### 3 METODOLOGIA

Um processo de Revisão Sistemática da Literatura foi usado como um primeiro passo na construção da base para este estudo, usando a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), permitindo assim uma investigação sobre o assunto, analisando estudos já publicados, para justificar a lacuna de pesquisa (Moher *et. al.*, 2009). Seguindo esta metodologia PRISMA, foram definidos os objetivos da pesquisa, em seguida a base de dados a ser utilizada para realizar a busca dos artigos publicados (*Web of Science* e *Google Acadêmico*), em seguida foram definidos os filtros (número de citações, data, começando pela mais recente, e disponível em inglês e português) e os termos de busca (palavras-chave: Qualidade Total e Indústria 4.0; Indústria 4.0 na Gestão da Qualidade; Impacto Indústria 4.0 na Qualidade).

Com base nisso, foi realizada uma busca preliminar na base de dados, chegando a um total de 591 artigos identificados. Posteriormente, os artigos duplicados foram eliminados. Dos artigos restantes, foi feita uma seleção com base em filtros pré-definidos (ano de publicação no mínimo 2013, idiomas inglês e português e no mínimo 5 citações) e na leitura dos resumos que resultou num total de 61 artigos pré-selecionados.

Em seguida, foi realizada a leitura completa dos artigos para selecionar aqueles que estivessem alinhados, elegíveis, com o tema a ser abordado, resultando na inclusão de 25 artigos na pesquisa (Figura 3). Os artigos selecionados serviram de referência para a definição dos temas a serem abordados, bem como para a elaboração das questões de cada grupo do questionário, além de auxiliar na análise dos resultados obtidos.

Figura 3 - Revisão Sistemática da Literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No Anexo I, está uma tabela com os artigos selecionados na Revisão Sistemática da Literatura, elucidando a escolha deles. Na primeira coluna estão os títulos originais de cada um dos artigos, no idioma que foram publicados (inglês ou português) e na segunda coluna estão os autores dos artigos. Já na terceira coluna o ano da publicação. Na quarta coluna estão as palavras chaves que os autores utilizaram na elaboração das publicações. A quinta coluna apresenta o número de citações referenciadas na base de dados de onde os artigos foram coletados (*Web of Science* ou *Google Acadêmico*). Por fim, na sexta coluna, está um resumo da contribuição que o artigo teve para a elaboração desse trabalho.

Por se tratar de um tema relativamente recente, as publicações ainda estão muito descentralizadas, sendo encontradas nos mais diversos periódicos, como pode ser visto na estratificação dos artigos selecionados apresentados na Tabela 1, mostrando os locais onde eles foram publicados, contudo, alguns desses periódicos são conhecidos pela qualidade da produção acadêmica e científica.

**Tabela 1 - Locais de Publicação dos Artigos Selecionados.**

Local de Publicação	Qtd. Artigos
TOTAL QUALITY MANAGEMENT & BUSINESS EXCELLENCE	3
SUSTAINABILITY	2
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS	2
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH	2
AMERICAN PRODUCTIVITY & QUALITY CENTER	1
AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY	1
CONFECERENCA ON MANUFACTURING MODELLING, MANAGEMENT AND CONTROL	1
EUROPEAN MANAGEMENT JOURNAL	1
HELIYON	1
IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT	1
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA	1
INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS	1
INTERNATIONAL JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH	1
INTERNATIONAL JOURNAL OF ONLINE AND BIOMEDICAL ENGINEERING	1
JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT	1
QUALITY ENGINEERING	1
QUALITY INNOVATION PROSPERITY-KVALITA INOVACIA PROSPERITA	1
SENSORS	1
SYMPOSIUM ON ADVANCED CONTROL OF CHEMICAL PROCESSES	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com relação ao ano de publicação, é possível verificar na Figura 4 que por ser um tema recém formatado, surgindo após a conceituação da Indústria 4.0 que foi inicialmente citada em 2011, os artigos sobre o tema Qualidade 4.0 estão surgindo com o passar dos anos, assim, nos anos de 2016 a 2018 encontra-se apenas de 1 a 2 artigos selecionados na Revisão Sistemática da Literatura, por outro lado, em 2021 foram selecionados 10 artigos, o que demonstra o interesse cada vez maior da comunidade acadêmica e científica em explorar acerca do assunto trazendo luz ao impacto na Qualidade com a Indústria 4.0.

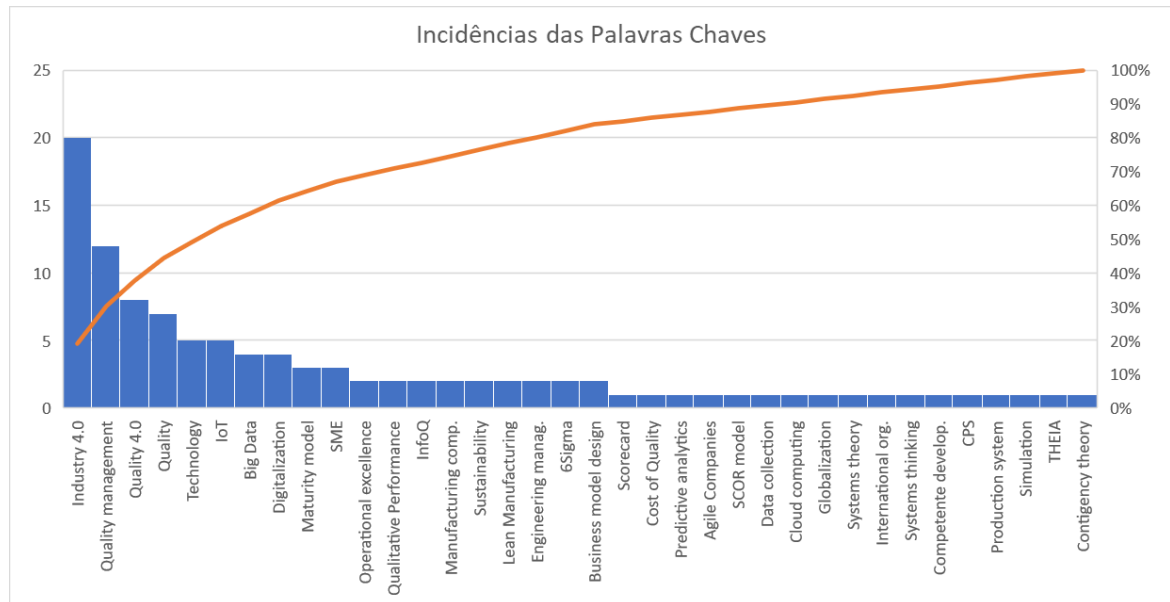
**Figura 4 - Número de Artigos por Ano.**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em acordo com o tema do estudo, conforme apresentado na Figura 5, as palavras chaves mais usadas foram *Industry 4.0* (Indústria 4.0), *Quality Management* (Gestão da Qualidade) e *Quality 4.0* (Qualidade 4.0), as outras que também foram utilizadas, é possível dizer que são tópicos que ajudaram a entender e apresentar a relação entre os conceitos das primeiras palavras, como *Technology* (Tecnologia), *Internet das Coisas* (IoT) e *Big Data*, por

sinal, assuntos apontados por alguns autores como algumas das tecnologias mais importantes quando se trata da Indústria 4.0, pois são esses que habilitam outras tecnologias.

**Figura 5 - Palavras Chaves apresentadas pelos Autores nos Artigos.**



Fonte: Elaborada pelos autores.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

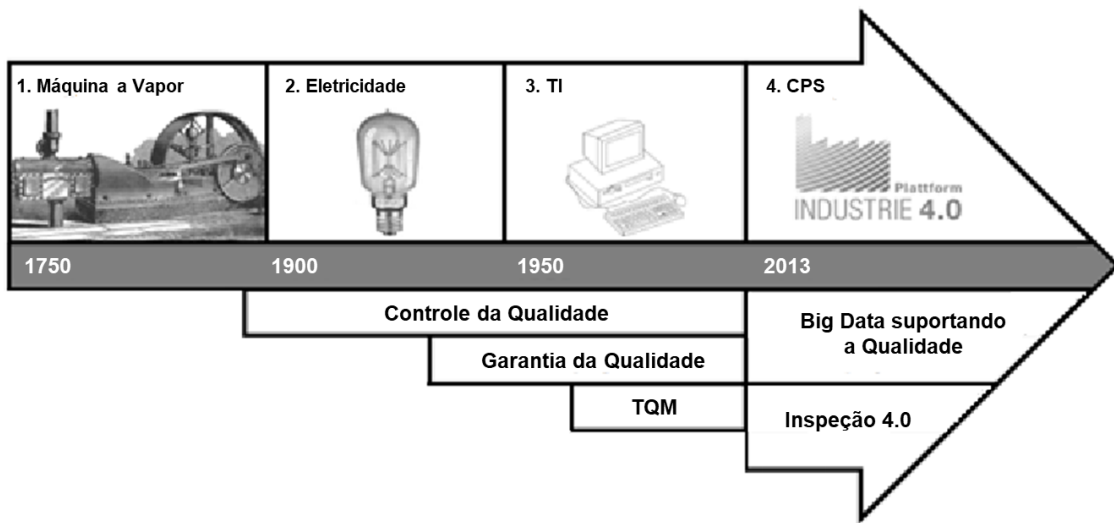
A gestão da qualidade é o ato de controlar todas as atividades e tarefas que devem ser executadas para manter o nível de excelência desejado (Bashan e Kordova, 2021). O efeito da gestão da qualidade torna-se ainda mais crítico quando estratégias são aplicadas nas empresas, principalmente quando situações inesperadas são encontradas (McAdam, Miller e McSorley, 2019; Müller, Buliga e Voigt, 2020). A gestão da qualidade facilita o controle de todos os processos e dos dados utilizados nas empresas.

O desenvolvimento da qualidade ocorreu paralelamente às revoluções industriais, onde os critérios determinados para avaliar a qualidade das empresas na Indústria 4.0 também foram considerados no desenvolvimento revolucionário da qualidade em si. Cada revolução de qualidade foi avaliada usando critérios de rastreabilidade, controlabilidade e sustentabilidade. Com o desenvolvimento da tecnologia, torna-se cada vez mais importante integrar essas tecnologias aos negócios e atingir um certo nível de qualidade (Almeida, Ibusuki e Gennaro, 2023).

Durante a evolução do processo produtivo, desde a Primeira Revolução Industrial, a qualidade também tem sofrido modificações, com implementações de diferentes métodos que também evoluíram no tempo, com o objetivo de atender às demandas do mercado, bem como às necessidades dos clientes, uma vez que as percepções e exigências dos consumidores sofreram alterações ao longo dos anos (Watson, 2019, Carvalho *et al.* 2019; Zonnenshain e Kenett, 2020).

De acordo com o representado na Figura 6 e depois detalhado na Tabela 2, ao longo do tempo as organizações mudaram suas abordagens com relação à qualidade, partindo de nenhuma inspeção ou no máximo uma inspeção básica (Qualidade 0.0 e 1.0), para uma inspeção com algum controle baseado em padrões e até auditorias por pessoas especializadas (Qualidade 2.0), em seguida para um período de melhoria da qualidade do produto e implementação de sistemas de gestão da qualidade (Qualidade 3.0) e por último, uma nova evolução, com dados sendo coletados em tempo real e a possibilidade de inspeção 100% suportando e garantindo a qualidade (Qualidade 4.0).

**Figura 6 - Evolução da Qualidade.**



Fonte: Adaptado de Seiffert e Drange, 2016.

As mudanças do mercado, bem como as exigências dos clientes e até mesmo a competitividade foram ao longo do tempo os principais impulsionadores das mudanças verificadas nos processos produtivos e conseqüentemente na qualidade do produto. Partindo de inspeções com foco apenas na detecção e rejeição de peças, para um período de coleta de dados e um maior controle da qualidade do produto, com ações de solução e melhoria nos processos e uma maior participação e responsabilidade de todos os funcionários, além de um melhor relacionamento com os fornecedores e clientes (Dale, van derWiele e van Iwaarden, 2016).

Semelhante ao que aconteceu com *Lean Manufacturing* e o Seis Sigma sendo incluídos dentro dos objetivos estratégicos do negócio (Chiarini e Kumar 2020; Tortorella *et al.* 2021), a próxima evolução da qualidade denominada Qualidade 4.0 deve levar em consideração uma estratégia de abordagem que integra a qualidade com as tecnologias da Indústria 4.0 (Littlefield e Murugesan, 2020).

Tabela 2 - Revolução Industrial vs Abordagem da Qualidade.

Revolução Industrial	Abordagem da Qualidade	Principais Características
Primeira	Qualidade 0.0 (Inspeção) & Qualidade 1.0 (Controle)	- Transformação do artesanato em um sistema industrial mecanizado
		- O volume de produção é muito mais importante do que a qualidade do produto
		- Qualidade, quando presente, trata-se de uma inspeção básica (Watson 2019) e usando cartas de controle de qualidade
Segunda	Qualidade 2.0 (Garantia)	- Produtividade máxima é o principal objetivo
		- Para atender o mercado a quantidade ainda é mais importante do que a qualidade
		- A qualidade é baseada em inspeção, controle (usando SPC) e auditorias realizadas por pessoas especializadas, baseadas em padrões (Watson 2019)
		- A garantia de qualidade começa a ser aplicada em algumas indústrias específicas, enfatizando o maior envolvimento dos funcionários na organização
Terceira	Qualidade 3.0 (Melhoria)	- À medida que a renda per capita aumenta, os clientes começam a exigir mais qualidade. A qualidade tornou-se um imperativo; não mais uma escolha, mas essencial para aumentar a participação no mercado
		- ISO 9000, TQC, TQM e Seis Sigma são os mais importantes movimentos de qualidade
		- A satisfação do cliente e a melhoria contínua são entre os princípios mais importantes, conforme destacado por Iniciativas de melhoria contínua, como TQM, Lean e Seis Sigma
		- Todos os funcionários estão envolvidos na criação de qualidade e resolução problemas
Quarta	Qualidade 4.0	- A customização em massa está dominando os mercados
		- CPS e IoT têm mais processos automatizados e integrados dentro e fora da empresa
		- Máquinas e processos gerenciados por IA
		- Novas habilidades de qualidade digital são necessárias

Fonte: Adaptado de Chiarini e Kumar, 2022.

Em uma primeira análise, nesse novo contexto da chamada Qualidade 4.0, pode-se evidenciar que o primeiro grande impacto da Indústria 4.0 na gestão da qualidade, consiste na digitalização do *Total Quality Management* (TQM) e seus efeitos na tecnologia de qualidade e as aptidões para decidir como e porque a informação deve ser utilizada e como são essenciais para os profissionais da qualidade (Carvalho *et al.* 2021). Além disso, destaca-se que a análise de *Big Data*, desempenha um papel fundamental na assistência à detecção precoce de falhas durante o processo de produção.


Assim como a Inteligência Artificial impacta na qualidade do produto quando está relacionada à inspeção visual dos produtos para a avaliação do controle de qualidade (Somasundaram *et al.*, 2020). Já de acordo com Hanane *et al.* (2021), quando se fala da Indústria 4.0 na qualidade, pode se destacar a análise de banco de dados com previsão de problemas por meio de previsão, geração de modelos sustentáveis, identificação de relacionamentos por meio de agregação, modelagem dinâmica e *pipelines* em tempo real. Explorando os princípios de mineração de dados na fabricação inteligente para melhorar a qualidade do produto e do processo produtivo.

A Internet das Coisas pode melhorar a eficiência do processo de garantia de qualidade por meio da Internet Industrial das Coisas (IIoT) e suas funcionalidades (Lyle, 2017), por

exemplo, realizando auditorias de qualidade usando drones conectados a redes IoT. Além de tratar especificamente sobre cada tecnologia pode-se citar, o *Machine Learning* e Inteligência Artificial.

Baseado nesse contexto, na Tabela 3 há uma relação entre as tecnologias da Indústria 4.0 com os impactos que podem ser observados na qualidade do produto com a implementação dessas tecnologias e como essa área pode se beneficiar com essa evolução, trazendo uma maior visibilidade e eficiência dos processos, bem como um melhor controle sobre a qualidade dos produtos, que além de beneficiar consumidores, trará também benefícios às organizações.

**Tabela 3 - Impactos da Indústria 4.0 na Qualidade.**

	Indústria 4.0	Impacto	Qualidade
<b>Análise dos Dados</b>	A análise e a gestão dos dados possibilitam uma melhor performance dos processos com consequência na eficiência operacional		Possibilita a análise de dados captadas dos processos, bem como informações dos consumidores facilitando a interpretação dos cenários e tomadas de decisões
<b>Robótica</b>	Robôs inteligentes nos processos industriais melhora o desempenho produtivo, disponibilidade de máquinas e coloca tarefas repetitivas a cargo de máquinas		Minimiza os problemas de qualidade final dos produtos, evitando erros humanos e além disso, muitos desses equipamentos realizam inspeções para a garantia da qualidade em 100% da produção
<b>Simulação</b>	Utilizada para testar novos produtos ou até mesmo modificação de produtos existentes em ambientes virtuais antes da implementação, gerando otimização de recursos, melhor performance e mais economia		A partir de uma simulação é possível implementar dispositivos "zero defeitos" nos processos produtivos
<b>Integração de Sistemas</b>	Todo processo produtivo de uma indústria carece de uma integração plena, tanto vertical como horizontal e a Indústria 4.0 propõe a gestão integral para que toda cadeia de valor seja automatizada		A qualidade pode estar conectada com os equipamentos que realizam medições ou que coletam amostras possibilitando uma integração com os sistemas da qualidade
<b>Internet das Coisas</b>	Representa a integração de tecnologias que antes não estavam conectadas e que agora podem estar interligadas por meio de uma rede de conexão de equipamentos embarcados		Para a qualidade que antes monitorava um lote de peças de forma amostral, agora tem a possibilidade de inspeção 100%, permitindo ações em tempo real e tomadas de decisões ágeis
<b>Cibersegurança</b>	A indústria com processos cada vez mais conectados demandam sistemas de cibersegurança robustos para proteger os sistemas de informação de possíveis ameaças e falhas que podem causar transtornos para a produção e para as organizações		A qualidade tem como responsabilidade a validação de sistemas que aferem o produto
<b>Sistemas em Nuvem</b>	O número de tarefas relacionadas à produção de bens tem crescido cada vez mais, bem como uma integração horizontal cada vez maior em toda cadeia de suprimentos, demanda o uso de sistemas, aplicativos e dados compartilhados entre localidades além dos limites dos servidores da empresa		Os dados de qualidade também podem ser armazenados em nuvem para que possam, por exemplo, serem compartilhados entre empresas, como no caso de fornecedores e clientes
<b>Manufatura Aditiva</b>	Possibilita uma produção em massa de produtos cada vez mais personalizados com o objetivo de atender às necessidades individuais de cada cliente		A qualidade pode se beneficiar com a utilização de equipamentos de manufatura aditiva para construção de ferramentas de testes ou para inspeção de produtos
<b>Realidade Aumentada</b>	Pode ser usada para envio de informações ou instruções de montagem para o desenvolvimento de protótipos ou na utilização de ambientes simulados para testes de operação de máquinas ou processos com o objetivo de otimizar implementações e melhorar performances		Ajuda a otimizar e evitar erros e defeitos que possam ocorrer em processos produtivos

Fonte: Adaptado de Lemos, 2021

Realizando toda a análise dos impactos da Indústria 4.0 na Qualidade, pode-se constatar que as empresas de manufatura necessitarão passar por uma transformação que a Indústria 4.0 traz. Pois, quando são apresentadas as contribuições da Quarta Revolução, é evidenciado que muitas empresas precisam de investimentos para se atualizar, com o foco na Qualidade 4.0. Essa transformação para uma qualidade inteligente proporcionará um monitoramento e diagnóstico inteligentes, rastreamento e tomadas de decisão automaticamente de equipamento e materiais em tempo real, excelência no processo e robustez do produto, além de muitos outros avanços que permitirá o progresso da Gestão da Qualidade em sua totalidade (Tambare *et al.*, 2022).

## 5 CONCLUSÕES

A Indústria 4.0 junto com a sua transformação digital modificou muitos conceitos em que todas as indústrias necessitam compreender os benefícios e os impactos de sua implementação. Como por exemplo, a aplicação de muitas tecnologias que disruptivamente alavancaram o poder de integração de todos os processos nas empresas. Além disso, muitas ferramentas já existentes foram melhoradas.

A gestão da qualidade também sofreu grandes impactos e se beneficiou da Quarta Revolução Industrial, assim, esse artigo alcançou o objetivo de descrever o impacto e a influência da Indústria 4.0 na gestão qualidade e como a adoção das tecnologias habilitadoras podem beneficiar os processos, através de uma revisão sistemática da literatura e dos resultados obtidos com a análise de conteúdo. Com isso, o artigo foi capaz de apresentar como a Indústria 4.0 contribui para alcançar a Qualidade 4.0 (conceito foco nesse artigo), descrevendo as características ligadas a este conceito. Além disso, são descritos os impactos, influências e efeitos de cada ferramenta da Indústria 4.0 na Qualidade como por exemplo, Internet das Coisas, Cibersegurança e Sistemas em Nuvem. Tudo isso, para o melhor entendimento da aplicação das ferramentas da Indústria 4.0.

Embora a pesquisa confirme a correlação positiva entre Indústria 4.0 e a qualidade do produto com ganhos de produtividade, flexibilidade e customização, redução de custos e melhoria na tomada de decisões, apresenta também a necessidade de investimentos e adaptações tecnológicas pelas empresas para alcançar esses benefícios. Nesse artigo é mostrado principalmente a perspectiva da Indústria 4.0 que impacta a Qualidade. Entretanto, não expõe os obstáculos que podem ser encontrados ao trabalho nos padrões dessa transformação digital, os riscos associados à aplicação da Indústria 4.0 e a utilização de suas ferramentas.

A Quarta Revolução Industrial é um conceito muito importante para a sobrevivência das empresas atualmente, porém as companhias devem aprofundar os seus conhecimentos e analisar a maneira em que a implementação dessas ferramentas deve ser feita. Pensando nessa perspectiva apresentada, o artigo sugere como estudos e pesquisas futura, investigar possíveis impactos negativos da Indústria 4.0 na qualidade do produto, em casos de adoção inadequada das tecnologias. Além disso, pode também fazer uma pesquisa para encontrar um levantamento da implementação e adoção da Indústria 4.0 também tratando da qualidade.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. T. S. B.; IBUSUKI, U.; GENNARO, D. R. Análise do nível de maturidade Lean para a Indústria 4.0. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA*, 30., São Paulo: AEA, v. 10, p. 123-139, 2023. [Proceedings ...] DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/simea2023-PAP18> .
- BADRI, A.; BOUDREAU-TRUDEL, B.; SOUISSI, A.S. Occupational health and safety in the Industry 4.0 era: a cause for major concern. **Safety Science**, v. 109, p. 403–411, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753517315035> . Acesso em: 8 abr. 2023.
- BASHAN, A.; KORDOVA, S. Globalization, quality and systems thinking: Integrating global quality management and a systems view. **Heliyon**, v. 7, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021002668> . Acesso em: 8 abr. 2023.
- CAMARGO, W. Controle de qualidade total. **Instituto Federal do Paraná**, Curitiba, v. 1, ed. 1, 2011. Disponível em: [https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/444/Controle de Qualidade Total.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/444/Controle%20de%20Qualidade%20Total.pdf?sequence=1&isAllowed=y) . Acesso em: 8 abr. 2023.
- CARVALHO, A. M.; SAMPAIO, P.; REBENTISCH, E.; CARVALHO, J. A., SARAIVA P. Operational excellence, organisational culture and agility: the missing link? **Total Quality Management and Business Excellence** 30, p. 1495–1514, 2019.
- CARVALHO, A. M.; SAMPAIO, P.; REBENTISCH, E.; SARAIVA P. 35 years of excellence, and perspectives ahead for excellence 4.0. **Total Quality Management & Business Excellence**, 2019. DOI:10.1080/14783363.2019.1691915.
- CARVALHO, A. V.; ENRIQUE, D. V.; CHOUCHE, A.; CHARRUA-SANTOS, F. Quality 4.0: an overview. **Procedia Computer Science**, v. 181, p. 341-346, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.176>.
- CHIARINI, A.; KUMAR, M. Lean six sigma and Industry 4.0 integration for operational excellence: evidence from italian manufacturing companies. **Production Planning and Control**, v. 32, n. 13, p. 1084-1101, 2020. doi:10.1080/09537287.2020.1784485.
- CHIARINI, A.; KUMAR, M. What is Quality 4.0? An exploratory sequential mixed methods study of Italian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 16, p. 4890-4910, 2022. DOI:10.1080/00207543.2021.1942285
- DALE, B. G.; Van Der WIELE, T.; Van IWAARDEN, J. **Managing quality**. 6. ed. New Jersey: JohnWiley & Sons, 2016.

ELIA, G., MARGHERITA, A., PASSIANTE, G. Management engineering: a new perspective on the integration of engineering and management knowledge. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 68, n. 3, p. 881–893, 2020. DOI:10.1109/tem.2020.2992911.

GANZARAIN, J.; ERRASTI, N. Three stage maturity model in SMEs towards Industry 4.0. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 9, n. 5, p. 1119-1128, 2016.

GOASDUFF, L. How to listen to the voice of ‘things’ in the IoT. **Gartner**, 20 dec. 2017. Disponível em: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-listen-to-the-voice-of-things-in-the-iot> Acesso em: 8 abr. 2023.

HANANE, R.; ZAMMA, A.; SOUDA, S. B.; HANSALI, M. Positive effect of industry 4.0 on quality and operations management. **International Journal of Online and Biomedical Engineering (ijoe)**, [S. l.], v. 17, n. 09, p. pp. 133–147, 2021. DOI: 10.3991/ijoe.v17i09.24717. Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/> . Acesso em: 08 abr. 2023.

LEMOS, E. M. **Qualidade 4.0**: uma abordagem sobre o novo papel da qualidade na quarta revolução industrial – Dissertação (Mestrado em Engenharia da Qualidade e Ambiente) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa: ISEL, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/14049>. Acesso em: 08 abr. 2023.

LITTLEFIELD, M.; MURUGESAN, V. **Quality 4.0 maturity assessment**: charting a path forward in 2020. LNS Research, Cambridge, p. 1–11, sep. 2020.

LYLE, M. A. From paper and pencil to industry 4.0: revealing the value of data through quality intelligence. **Quality Magazine**. Birmingham, 10 out. 2017. Disponível em: <https://www.qualitymag.com/articles/94259-from-paper-and-pencil-to-industry-40-revealing-the-value-of-data-through-quality-intelligence> Acesso em: 8 abr. 2023.

McADAM, R.; MILLER, K.; McSORLEY, C. Towards a contingency theory perspective of quality management in enabling strategic alignment. **International Journal of Production Economics**, v. 207, p. 195–209, 2019.

MOHER, D. *et al.* The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Guidelines and Guidance. **Systematic Reviews**, v. 6, n. 7, 2009. DOI: [10.1371/journal.pmed.1000100](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100)

MÜLLER, J.M.; BULIGA, O.; VOIGT, K.I. The role of absorptive capacity and innovation strategy in the design of Industry 4.0 business models: a comparison between SMEs and large enterprises. **European Management Journal**, v. 39, p. 333–343, 2020.

PONSIGNON, F., KLEINHANS, S., BRESSOLLES, G. The contribution of quality management to an organisation’s digital transformation: a qualitative study. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 30, sup. 1, S17-S34, 2019.

REIS, M. S. A Systematic framework for assessing the quality of information in data-driven applications for the Industry 4.0. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 18, p. 43-48, 2018.

SEIFFERT, K.; DRANGE, P. S. Qualidade 4.0 am Beispiel Katapult. **Quality Science Lab**, 2016.

SOMASUNDARAM, M.; JUNAID, K. A. M.; MANGADU, S. Artificial Intelligence (AI) enabled intelligence quality management system (IQMS) for personalized learning path. **Procedia Computer Science**, v. 172, p. 438–442, 2020.

SCHUH, G.; ANDERL, R.; DUMITRESCU, R.; KRÜGER, A.; HOMPEL, M. **Industrie 4.0 maturity index**: managing the digital transformation of companies. Munich: Acatech, 2020. Disponível em: <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/>. Acesso em: abr. 2024.

TAMBARE, P. *et al.* performance measurement system and quality management in data-driven Industry 4.0: a review. **Sensors**, v. 22, n. 224, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22010224>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/1/224>. Acesso em: 08 abr. 2024.

TORTORELLA, G. L.; CAUCHICK-MIGUEL, P. A.; LI, W.; STAINES, J.; McFARLANE, D. What does operational excellence mean in the fourth industrial revolution era? **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 9, p. 2901–2917, 2021. DOI: [10.1080/00207543.2021.1905903](https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1905903).

TSUKADA, O.; IBUSUKI, U., KUCHII, S.; ALMEIDA, A.T.S.B. Is lean manufacturing maturity a prerequisite for Industry 4.0? Survey of SMEs in Japan and Brazil, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 15, n. 5, p. 1102-1126, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2023-0149>.

WATSON, G. H. The ascent of Quality 4.0: how the new age of quality came to be and what it might look like in 20 years. **Quality Progress**, v. 52, n. 3, p. 24–30, 2019.

WEKING, J.; STÖCKER, M.; KOWALKIEWICZ, M.; BÖHM, M.; KRUMHOLTZ, H. Archetypes for industry 4.0 business model innovations. *In*: AMERICANS CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 24., New Orleans, 2018. [Proceedings...]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/325441591\\_Archetypes\\_for\\_Industry\\_40\\_Business\\_Model\\_Innovations](https://www.researchgate.net/publication/325441591_Archetypes_for_Industry_40_Business_Model_Innovations). Acesso em: 10 abr. 2023.

ZONNENSHAIN, A.; KENETT, R. S. Quality 4.0: The challenging future of quality engineering. **Quality Engineering**, v. 32, n. 4, p. 614–626, 2020.

## ANEXO I

Título	Autor(es)	Ano	Palavras-chaves	Citações	Contribuições dos impactos da I4.0 aplicados na Qualidade
35 years of excellence, and perspectives ahead for excellence 4.0	André M. Carvalho; Paulo Sampaio; Eric Rebutisch; Pedro Saraiva	2019	Quality, excellence, total quality management, industry 4.0	15	A compreensão da busca pela excelência da qualidade ao longo de 35 anos de história e os novos desafios com a Indústria 4.0
A Quality Scorecard for the era of Industry 4.0	Wan Seon Shin; Jens J. Dahlgard; Su Mi Dahlgard-Park; Min Gyu Kim	2018	Quality Scorecard, QSC, qualitative performance measures, Industry 4.0, Cost of Quality	28	Avaliação dos aspectos da qualidade de uma organização na Indústria 4.0.
A Systematic Framework for Assessing the Quality of Information in Data-Driven Applications for the Industry 4.0	Marco S. Reis	2018	Quality of information, InfoQ, Industry 4.0, Big Data, Predictive analytics	10	Como a qualidade das informações em um processo é uma ferramenta importante de apoio à tomada de decisão para melhorar o design.
Acatech Study. Industrie 4.0 maturity index. Managing the digital transformation of companies	Schuh, G.; Anderl, R.; Dumitrescu, R.; Krüger, A.; Hompel, M.	2020	Industrie 4.0, maturity model, agile company, manufacturing companies	9	Entendimento dos potenciais das tecnologias da Indústria 4.0 nas organizações, mostrando inclusive aspectos relacionados à qualidade.
Classification of Industry 4.0 for Total Quality Management: A Review	Erhan Baran; Tulay Korkusuz Polat	2022	Industry 4.0, Quality, Technology, Quality Management, Sustainability	11	Análise da importância da Qualidade nas aplicações da Indústria 4.0.
Contributions of Industry 4.0 to quality management – A SCOR perspective	Julian M. Müller	2019	Industry 4.0, Industrial Internet of Things, Lean Management, Quality Management, SCOR model	13	Perspectivas sobre onde desenvolver ainda mais a gestão da qualidade com abordagens de gerenciamento enxuto.
From Paper a and Pencil to Industry 4.0: Revealing the Value of Data through Quality Intelligence	Lyle, Michael	2017	Quality 4.0, Industry 4.0, data collection, cloud computing, industrial internet of things	8	Entendimento da capacidade de evolução da qualidade e do poder por trás dela com o uso das tecnologias da Indústria 4.0.
Globalization, quality and systems thinking: Integrating global quality management and a systems view	Aviva Bashan; Sigal Kordova	2021	Globalization, Systems theory, International organizations, Systems thinking, Global quality management, Global quality system	8	Entendimento da gestão da qualidade como uma ferramenta importante na busca de um nível de excelência desejado.
Is lean manufacturing maturity a prerequisite for industry 4.0? Survey of SMEs in Japan and Brazil	Tsukada, O.; Ibusuki, U.; Kuchii, S.; Almeida, A.T.S.B	2024	Industry 4.0, Lean Manufacturing, Quality Management, SMEs	5	Esclarece a relação entre o Lean Manufacturing e a Indústria 4.0 e funciona como um roteiro para desenvolver melhor a manufatura e consequentemente a qualidade.
Management Engineering: A New Perspective on the Integration of Engineering and Management Knowledge	Elia G.; Margherita A.; Passiante, G	2020	Engineering management, engineering knowledge, competence development	6	O artigo traz subsídio na discussão acadêmica sobre a relevância da integração dos conhecimentos de gestão e engenharia.
New Needed Quality Management Skills for Quality Managers 4.0	Santos, G.; Sá, J. C.; Félix, M. J.; Barreto, L.; Carvalho, F.; Doiro, M.; Zgodavová, K.; Stefanovic, M.	2021	Quality Management skills, digitalization, Industry 4.0, Quality 4.0, Sustainability	55	Revisão e análise dos principais tópicos em andamento que relacionam a gestão da qualidade e a Indústria 4.0.
Performance Measurement System and Quality Management in Data-Driven Industry 4.0: A Review	Tambare, P.; Meshram, C.; Lee, C. C.; Ramteke, R. J.; Imoize, A. L.	2021	Industry 4.0, internet of Things, Quality 4.0, Performance Measurement System, Cyber-Physical, Production System	16	Discussão sobre a digitalização da Qualidade chamada de Qualidade 4.0, desafios de pesquisa e oportunidade na Indústria 4.0.
Positive Effect of Industry 4.0 on Quality and Operations Management	Hanane Rifiqi; Abdellah Zamma; Souad Ben Souda; Mohamed Hansali; Hassan II University; Casablanca, Morocco.	2021	Industry 4.0, Technologies, Quality Improvement, Quality 4.0, Lean Manufacture, Six Sigma, Big Data, IoT, Review.	6	Discussão dos efeitos da Indústria 4.0 na gestão e nas práticas de qualidade; como a Indústria 4.0 integra conceitos da Qualidade.
Quality 4.0 - The Challenging Future of Quality Engineering	Avigdor Zonnenshain; Ron S. Kenett	2020	Fourth industrial revolution, data driven, evidence based, modeling and simulation, health monitoring, integrated quality management, maturity assessment, information quality	92	Apresenta como a qualidade pode apoiar a Indústria 4.0 e consequentemente como a engenharia de qualidade pode se beneficiar com a quarta revolução industrial.
Qualidade 4.0: uma abordagem sobre o novo papel da qualidade na quarta revolução industrial	Esdras Miranda Lemos	2021	Digitalização, Indústria 4.0, Qualidade 4.0, THEIA, THRUST, Digitalization, Industry 4.0, Quality 4.0	6	Elucidação através de um estudo de caso para avaliação da evolução da Qualidade sob os efeitos de implementações de tecnologias da Indústria 4.0.
Quality 4.0 for Processes and Customers	Anastasia Efimova; Petr Briš	2021	TQM, Lean six sigma, Industry 4.0, Quality 4.0	5	Entendimento sobre a influência das tecnologias da Indústria 4.0 no conceito de Qualidade 4.0.
Quality 4.0: An Overview	Carvalho, A. V.; Enrique, D. V.; Chouchene, A.; Charrua-Santos, F.	2021	Digital technologies, Industry 4.0, quality management, quality 4.0	27	Relação entre práticas de gestão da qualidade e as tecnologias da Indústria 4.0 com foco na melhoria da Gestão da Qualidade.
Quality management in the 21st century enterprises: Research pathway towards Industry 4.0	Angappa Gunasekaran; Nachiappan Subramanian	2019	Quality Management, Industry 4.0, Technology, Quality culture, Behavioural aspects	94	Explora os desenvolvimentos na gestão da qualidade na era da Indústria 4.0.
The Ascent of Quality 4.0	Watson, Gregory H.	2019	Quality 4.0, Industry 4.0, quality professionals, technology, big data, quality systems	29	Como as tecnologias da Indústria 4.0 podem fomentar o conceito da Qualidade 4.0 permitindo uma melhora nos projetos de Seis Sigma tornando as soluções de problemas mais eficientes.
The contribution of quality management to an organisation's digital transformation: a qualitative study	Ponsignon F.; Kleinhans S.; Bressolles G.	2019	Digital transformation, quality management, road map, brainwriting	27	Compreensão de como a função de gestão da qualidade contribui para a transformação digital de uma organização.
The role of absorptive capacity and innovation strategy in the design of industry 4.0 business Models - A comparison between SMEs and large enterprises	Julian M. Müller; Oana Buliga; Kai-Ingo Voigt	2021	Business model design, Industry 4.0, industrial internet of things, digital transformation, absorptive capacity, exploratory innovation strategy, explorative innovation strategy, SMEs	282	Elucida o papel das estratégias de inovação exploratória na eficiência das organizações e nos modelos de negócios.
Three stage maturity model in SME's towards Industry 4.0	Ganzarain J.; Errasti N	2016	SMEs, university-industry collaboration, industry 4.0, diversification strategy, maturity model	396	Entendimento de como ter uma orientação estratégica rumo à Indústria 4.0 com foco no aumento das exigências dos consumidores.
Towards a contingency theory perspective of quality management in enabling strategic alignment	Rodney McAdam; Kristel Miller; Carmel McSorley	2019	Quality Management, contingency theory, strategic alignment, SMEs, case studies	201	Compreensão das práticas da Gestão da Qualidade em empresas de pequeno e médio porte para entender as lacunas, bem como as melhores práticas aplicadas.
What does operational excellence mean in the Fourth Industrial Revolution era?	Guilherme Luz Tortorella; Paulo A. Cauchick-Miguel; Wen Li; Jo Staines; Duncan McFarlane	2021	Operational excellence, Industry 4.0, fourth industrial revolution, general systems theory, qualitative study	24	Traz luz ao reflexo das tecnologias da Indústria 4.0 na excelência operacional das organizações em diversos aspectos, dentre eles, à Gestão da Qualidade e a qualidade propriamente dita.
What is Quality 4.0? An exploratory sequential mixed methods study of Italian manufacturing companies	Andrea Chiarini; Maneesh Kumar	2021	Quality 4.0, Industry 4.0, Quality Management, Manufacturing Companies, Exploratory sequential mixed method design	28	Contribuição para o debate científico sobre Qualidade 4.0, explorando os principais temas teóricos que sustentam o modelo de Qualidade 4.0 e como o modelo pode ser desenvolvido.

## Sobre os Autores:

---

### **<sup>i</sup> Anderson Tadeu de Santi Barbosa de Almeida**



Graduação em Engenharia Elétrica pela FEI (2005), MBA em Gestão pela FGV (2008), MBA em Engenharia pela USP (2021), Pós-Graduação em Segurança do Trabalho pela UNIMAIS (2022), Pós-Graduação em Docência pelo SENAC (2023), Pós-Graduação em I4.0 pela USJT (2024), Mestrado pela UFABC (2023) e Doutorando pela UNESP. Atualmente é Gerente de Projetos na SmartFactory e Professor na FATEC e no SENAI.

<https://orcid.org/0000-0001-7667-0973>

### **<sup>ii</sup> Gabriel Simplício Lopes**



Formação em Ferramentaria de Corte, Dobra e Repuxo pelo SENAI/SP (2014), Formação em Mecânica de Produção Veicular pelo SENAI/SP (2017), Graduação em Ciência e Tecnologia pela UFABC (2022), Graduação em Engenharia de Gestão pela UFABC (2023) e Mestrando em Engenharia de Produção pela UFABC. Atualmente é Engenheiro de Desenvolvimento de Produto na Mercedes-Benz do Brasil.

<https://orcid.org/0009-0005-0840-0580>

### **<sup>iii</sup> Jaime Denis M. Nascimento**



Técnico em Automobilística pelo SENAI/SP (2007), Graduação em Engenharia Mecânica pela Anhanguera (2016), Pós-Graduação em MBA de Gestão Estratégica de Pessoas pela UniFatecie (2021), Pós-Graduação em MBA de Gerenciamento de Projetos pela UniFatecie (2022) e Mestrando em Engenharia de Produção pela UFABC. Atualmente é Supervisor de Desenvolvimento de Produto na Mercedes-Benz do Brasil.

<https://orcid.org/0009-0001-5634-6284>

### **<sup>iv</sup> Ugo Ibusuki**



Graduação em Engenharia Mecânica pela FEI (2000), Mestrado em Engenharia Mecânica pela USP (2003), MBA na FGV (2007) e Doutorado em International Studies na Waseda University de Tokyo no Japão (2011). Atualmente é Professor do programa de Engenharia de Gestão da UFABC. Possui 18 anos de experiência na área Automotiva, em Gestão de Projetos, da Produção e Lean Manufacturing.

<https://orcid.org/0000-0003-2478-4551>