

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
AMAZONAS - IFAM  
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL  
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

**CRISTIANO DA SILVA DE BRITO**

**RAMI 4.0 APLICADA AO SETOR INDUSTRIAL:  
Uma revisão bibliográfica sobre a sua aplicabilidade na Indústria 4.0**

**MANAUS - AM  
2023**

**CRISTIANO DA SILVA DE BRITO**

**RAMI 4.0 APLICADA AO SETOR INDUSTRIAL:**

**Uma revisão bibliográfica sobre a sua aplicabilidade na Indústria 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial, Curso de Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves  
Reis

**MANAUS-AM**

**2023**

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B862r Brito, Cristiano da Silva de.  
RAMI 4.0 aplicada ao setor industrial: uma revisão bibliográfica sobre a sua aplicabilidade na indústria 4.0 / Cristiano da Silva de Brito. — Manaus, 2023.  
45f.: il. color.

Monografia (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, Curso de Engenharia de Controle e Automação, 2023.

Orientador: Prof.º Ailton Gonçalves Reis, Dr.

1. Cadeia de produtos. 2. Conectividade. 3. Indústria 4.0. 4. RAMI 4.0.  
I. Reis, Ailton Gonçalves. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 629.89

CRISTIANO DA SILVA DE BRITO

**RAMI 4.0 APLICADA AO SETOR INDUSTRIAL:**

**Uma revisão bibliográfica sobre a sua aplicabilidade na Indústria 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial, Curso de Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

**Aprovado em 16 de fevereiro de 2023.**

**BANCA EXAMINADORA**

*Ailton Gonçalves Reis*

Orientador: Prof. Dr. AILTON GONÇALVES REIS

*Luiz Henrique Portela de Abreu*

Avaliador: Prof. Dr. LUIZ HENRIQUE PORTELA DE ABREU

*Ewerton A. G. Ribeiro*

Avaliador: Prof. Esp. EWERTON ANDREY GORDINHO RIBEIRO

**MANAUS-AM**

**2023**

*Aos meus familiares e educadores, e  
A minha Mãe*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida.

A minha Mãe, Zilda Castro e minha Avó Maria Do Carmo, por todo apoio durante minha vida acadêmica.

Aos professores por conhecimentos compartilhados, em especial ao meu orientador Ailton Reis.

*Todo conhecimento que você teve até  
ontem, "está vencido!"  
Na era da Revolução Tecnológica, da  
Indústria 4.0, a atualização do cérebro  
precisa ser constante.*

(Silaine Guedes)

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo geral analisar os benefícios e vantagens da arquitetura RAMI 4.0 na melhoria na cadeia produtiva na Indústria 4.0. A metodologia respeita as características da pesquisa bibliográfica, a partir de artigos do período de 2018 a 2023, nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico, Periódicos CAPES e sites de universidades que apresentam trabalhos científicos publicados sobre a temática. Os resultados mostram que com a implementação da RAMI 4.0, se fornece uma maior praticidade devido a presença da conectividade nas tecnologias utilizadas; garante que os principais objetivos da empresa sejam atingidos e introduz a empresa em um novo patamar de organização, no qual ela é capaz de gerir toda sua cadeia de valor junto com o ciclo de vida do produto. Além disso, com a disponibilização de todas as informações relevantes em tempo real, é possível integrar todas as agências participantes dos processos de criação de valor, e ainda, criar redes de valor entre empresas auto-organizadas, dinâmicas e em tempo real por meio da interconexão de pessoas, “coisas” e sistemas de acordo com suas capacidades.

**Palavras-chave:** Cadeia Produtiva; Conectividade; Indústria 4.0; RAMI 4.0; Integração de Tecnologias.



## **ABSTRACT**

The present study has the general objective of analyzing the benefits and advantages of the RAMI 4.0 architecture in improving the production chain in Industry 4.0. The methodology respects the characteristics of bibliographical research, based on articles from the period 2018 to 2023, in the Scielo databases, Google Scholar, Periodicals CAPES and university websites that present scientific works published on the subject. The results show that with the implementation of RAMI 4.0, greater practicality is provided due to the presence of connectivity in the technologies used; ensures that the company's main objectives are achieved and introduces the company to a new level of organization, in which it is capable of managing its entire value chain along with the product's life cycle. In addition, with the availability of all relevant information in real time, it is possible to integrate all agencies participating in value creation processes, and also create value networks between self-organized companies, dynamic and in real time through the interconnection of people, "things" and systems according to their capacities.

**Keywords:** Productive Chain; Connectivity; Industry 4.0; RAMI 4.0; Technologies Integration.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Revoluções Industriais .....	19
Figura 2 - Principais tecnologias aplicadas à Indústria 4.0.....	22
Figura 3 - Estrutura Tridimensional da RAMI 4.0 .....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos selecionados para discussão dos resultados .....	35
---	----

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

<b>3D</b>	Três dimensões
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CPPS</b>	<i>Cyber-Physical Production System</i>
<b>CPS</b>	<i>Cyber-Physical Systems</i>
<b>IA</b>	Inteligência Artificial
<b>IEC</b>	<i>International Electrotechnical Commission</i>
<b>IoT</b>	<i>Internet Of Things</i>
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization"</i>
<b>M2M</b>	<i>Machine to Machine</i>
<b>OPC UA</b>	<i>Open Platform Communications Unified Architecture</i>
<b>PFS</b>	<i>Persistent File System</i>
<b>RA</b>	Realidade Aumentada
<b>RAMI 4.0</b>	<i>Reference Architecture Model for Industry 4.0</i>
<b>RdP</b>	Rede de Petri
<b>Scielo</b>	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
<b>TCC</b>	Trabalho de Conclusão de Curso
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação
<b>TIC</b>	Tecnologia da Informação e Comunicação
<b>VDE</b>	<i>Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik</i>
<b>VDI</b>	<i>Virtual Desktop Infrastructure</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>A INDÚSTRIA 4.0 E A IMPORTÂNCIA DA RAMI 4.0</b> .....	<b>18</b>
2.1	EVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	18
2.2	INDÚSTRIA 4.0 .....	20
2.3	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SEU PAPEL NA INDÚSTRIA 4.0 .....	23
2.4	RAMI 4.0.....	27
2.4.1	<b>Os três eixos de aplicação da rami 4.0</b> .....	29
2.5	NORMAS APLICADAS AO MODELO DE REFERÊNCIA PARA ARQUITETURA DA INDÚSTRIA 4.0 .....	30
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
3.1	ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	32
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
4.1	AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS SELECIONADOS .....	37
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

À medida que as tecnologias que impulsionam a Internet das Coisas (IoT)<sup>1</sup> continuam evoluindo, indica que o futuro não se resume em pessoas conversando ou recebendo informações, mas também, com máquinas também “conversando” entre si. É nesse contexto que é apresentado o conceito de *Machine to Machine* (M2M<sup>2</sup>) (TAKEY, 2016).

A IoT é uma tendência tecnológica do uso de dispositivos inteligentes que se conectam e interagem para criar uma rede integrada de monitoramento, na qual todos os dados são cruzados e ficam à disposição do gestor tecnológico (MAGRANI, 2018).

Para o mesmo autor, na prática, o termo M2M representa um senso remoto e independente que monitora, analisa e coleta informações sobre um fenômeno específico — esses dados são então transmitidos para um servidor, processados e utilizados por outro software dentro do sistema para realizar ações reativas ou de controle.

Para Siqueira (2018), devido a essas possibilidades, a IoT tem impactado todos os cenários industriais, incluindo logística, manufatura e varejo.

Nesse cenário, a combinação de IoT e indústria é caracterizado como o uso de tecnologias que impactam precisamente na automação e aprimoram a produtividade dos negócios (TAKEY, 2016).

Tal preceito é decorrente da Indústria 4.0, que conforme Santos (2018), proporciona condições para que empresas e indústrias possam reunir informações e transformações de dados que estão interligadas entre todos os agentes envolvidos em seus processos, tornando-os mais flexíveis e automatizados, aumentando assim, a eficiência e eficácia da fabricação (conhecida como indústria inteligente ou fabricação inteligente), garantindo que essas informações circulem entre os processos de forma que os sistemas de computador forneçam e gerem dados, que podem ser sobre produção, sobre geração de propriedades de peças, padrões aleatórios, etc.

---

<sup>1</sup> Do Inglês *Internet of Things*;

<sup>2</sup> Em uma tradução livre Máquina para Máquina.

Silva (2018) entende que por ser um sistema autônomo e flexível, mitiga problemas no processo produtivo, como desperdício de matéria-prima e retrabalho por peças que não atendem aos padrões estabelecidos.

Nesse viés, abordamos, nesse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), arquitetura RAMI 4.0, que se trata de um modelo de referência que busca padronizar aplicações da Indústria 4.0, tendo como principal diretriz a conectividade e o desenvolvimento de soluções compatíveis com os requisitos da aplicação I4.0 (Indústria 4.0) (CASSETTARI et al. 2019).

Assim, partimos da seguinte questão norteadora: “Quais os benefícios e vantagens da arquitetura RAMI 4.0 na melhoria na cadeia produtiva na Indústria 4.0?”

Na busca de respostas a esse questionamento, hipostenizamos que o estudo das camadas e interações dos elementos RAMI 4.0 oferece funções para programação, detecção de radiofrequência, comunicação em rede e monitoramento de dispositivos, e os dados de processo em tempo real são padronizados e interoperáveis para todos os tipos de rede e/ou plataformas de Internet. Dessa forma, melhora a conectividade entre os setores de produção da fábrica, viabilizando uma melhor comunicação e resolução de problemas decorrentes da linha de produção.

Ademais, com a implantação da RAMI 4.0 as conexões e padronizações irão fluir de forma natural. As etapas dos processos serão claras do início ao fim e a comunicação em tempo real produzindo *feedback* a todo momento. E as regras de funcionamento será como uma cultura organizacional de uma empresa de forma natural.

Partindo dessas premissas, o presente estudo tem como objetivo geral analisar os benefícios e vantagens da arquitetura RAMI 4.0, sob um viés bibliográfico.

E como objetivos específicos:

- a) Descrever a evolução industrial e a RAMI 4.0;
- b) Identificar os benefícios e vantagens da arquitetura RAMI 4.0 na melhoria na cadeia produtiva na Indústria 4.0;
- c) Buscar trabalhos acadêmicos que abrangem a arquitetura RAMI 4.0 na Indústria 4.0;

- d) Analisar os trabalhos encontrados sob o viés da pesquisa bibliográfica e,
- e) Apresentar os resultados encontrados por meio deste TCC.

O tema justifica-se pela relevância social, acadêmica e profissional. Uma vez que, ao considerar o movimento tecnológico mundial, a conectividade funciona além da comunicação, como requisitos de resolução de problemas e disposição de informação imediata.

No que se refere a relevância acadêmica e profissional para o setor de engenharia de controle e automação, a padronização dentro dos sistemas conectados, permite a possibilidade de contar com uma ampla visão sobre o controle e gerenciamento da operação, com dados sobre produtos e proveniente de diversas fontes, como a localização e o rastreamento de insumos no armazém e o transporte de mercadorias finalizadas aos clientes.

A metodologia respeita as características da pesquisa bibliográfica, a partir de trabalhos acadêmicos que abordam pesquisas sobre a RAMI 4.0 aplicada ao setor industrial:

Os resultados mostram que com a implementação da RAMI 4.0, se fornece uma maior praticidade com a presença da conectividade nas tecnologias utilizadas, além de garantir que os principais objetivos da empresa sejam atingidos, introduz uma empresa em um novo patamar de organização, em que ela é capaz de gerir toda sua cadeia de valor junto com o ciclo de vida do produto. Além disso, com a disponibilização de todas as informações relevantes em tempo real, é possível integrar todas as agências participantes dos processos de criação de valor, e ainda, criar redes de valor entre empresas auto-organizadas, dinâmicas e em tempo real por meio da interconexão de pessoas, “coisas” e sistemas de acordo com suas capacidades.

Esperamos que esse trabalho sirva como base de conhecimento para que as empresas do Polo Industrial possam considerar a inserção da arquitetura RAMI 4.0, viabilizando que a metodologia além de promover os ideais da Indústria 4.0 promove o aumento de lucratividade.

Por fim, este TCC está formatado da seguinte forma:

O primeiro capítulo deste TCC apresenta essa própria introdução ao trabalho, no qual fundamenta-se o tema, delimitação do tema, problema, hipóteses, objetivos, justificativa e breve metodologia da pesquisa.



O segundo capítulo apresenta o referencial teórico que foi utilizado no desenvolvimento dessa pesquisa, abordando a evolução industrial, a tecnologia da informação, o papel da tecnologia da informação na Indústria 4.0, a RAMI 4.0 e as normas aplicadas a arquitetura da RAMI 4.0.

O terceiro capítulo evidencia a metodologia de pesquisa e descrição quando ao tipo, abordagem e coleta e análise de dados.

O quarto capítulo mostra os principais resultados e discussão sobre a implantação da arquitetura RAMI 4.0, descrevendo a percepção de autores no que tange os benefícios e vantagens da arquitetura RAMI 4.0 na melhoria na cadeia produtiva na Indústria 4.0.

E por fim, as considerações finais que descreve se os principais objetivos foram alcançados e evidenciam as propostas de estudos futuros.

## **2 A INDÚSTRIA 4.0 E A IMPORTÂNCIA DA RAMI 4.0**

A evolução do homem ao longo do tempo trouxe um grande progresso para humanidade tais como, a descoberta do fogo, da roda, eletricidade, e todas as tecnologias que nos cercam. A necessidade do homem de facilitar o labor diário, os levou a motivação e busca muitas coisas que vieram a trazer facilidades e inovações para o dia a dia (VILAÇA, 2011).

O mundo vive em uma evolução constante e conseqüentemente a aceleração no desenvolvimento tecnológico resulta no surgimento de diferentes oportunidades de negócios, no qual as tecnologias proporcionam uma verdadeira revolução na sociedade de modo geral e, desse modo, possibilita ações que antes seriam difíceis de se torna realidade. Tais possibilidades trazem benefícios e aprimoram a qualidade de vida das pessoas (INOVAPARQ, 2016).

Nesse contexto, esse capítulo tem por objetivo abordar a evolução industrial até sua ascensão na Indústria 4.0, a tecnologia da informação e seu papel na indústria, a RAMI 4.0 e seus eixos de aplicação na indústria, além das normas de aplicação ao modelo de referência da arquitetura RAMI 4.0.

### **2.1 EVOLUÇÃO INDUSTRIAL**

Durante o desenvolvimento industrial houve importantes avanços e descobertas que mudaram o comportamento industrial. Essas mudanças sem dúvida melhoraram a produtividade e os estilos de vida humanos (GRAY, 2018).

Deste modo, descreve-se as revoluções industriais conforme a Figura 1 e o uso das tecnologias:

Figura 1 - Revoluções Industriais



Fonte: C2ti (2023).

Partindo da Figura 1, descreve-se as Revoluções Industriais conforme abaixo:

- A Primeira Revolução Industrial caracterizou-se pela mobilização e mecanização dos sistemas de produção, impulsionada pela construção de ferrovias e pela invenção da máquina a vapor, que deu início à produção mecânica (BARBOSA, 2017).
- A Segunda Revolução Industrial desencadeou linhas de montagem de produção em massa que ajudam a descobrir e desenvolver a eletricidade (FAWCET, 2017).
- A Terceira é conhecida como tecnocientífica, devido a chegada da tecnologia em massa no meio industrial nas décadas 1970 e 1980 (SIQUEIRA, 2018). Além disso, Muckenfuhs (2020) destaca que essa revolução utiliza a fabricação automática com a introdução da eletrônica, Controlador Lógico Programável (CLP), robótica e sistemas de TI.
- A Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, considerada a mais recentemente, introduz tecnologias como *machine learning*<sup>3</sup>, *big data*<sup>4</sup>, (Cyber-

<sup>3</sup> Em uma tradução livre: *Machine Learning* é “Aprendizado de Máquina”;

<sup>4</sup> Já *Big Data*: “Grande Volume de Dados ou Dados em Escala Massiva”

*Physical Systems*) CPS, Internet das Coisas, IoT, etc., que são utilizadas para personalização e produção mais eficiente (PISCHING, 2018).

Falar em revolução tecnológica é pensar em todas as revoluções industriais que ocorreram ao longo da história. Nesse contexto, podemos inferir que as pessoas sempre usaram a tecnologia a seu favor. Assim, e com a atual revolução tecnológica, como as demais, aumentam a produtividade, a eficiência dos processos e a segurança do trabalhador em ambientes perigosos. No entanto, esses são apenas alguns dos benefícios que refletem a importância da tecnologia em nossas vidas.

## 2.2 INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 surgiu como uma revolução no ramo tecnológico principalmente para empresas do setor industrial. Essa revolução foi responsável por potencializar as ferramentas de trabalho, com o auxílio da internet, trazendo mudanças significativas no mercado ao redor do mundo (ARBIX et al., 2018).

Com o nascimento dessas inovações tecnológicas, surgiram também modelos diversos para auxiliar nesse período de evolução, aprimorando questões de gestão e segurança, sendo um desses modelos a RAMI 4.0.

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a Indústria 4.0 lida com a ocorrência entre revoluções, tendo notado como a evolução da tecnologia e dos meios de fabricação deu um grande salto, o que reflete nos países mais avançados tecnologicamente (ABDI, 2017).

A modernização dos processos e a adoção da Indústria 4.0 pelas empresas exigem a consideração de diversos pontos-chave. Entre eles, está a compreensão da conexão vertical de informações dentro da fábrica, promovendo uma gestão padronizada. Além disso, é primordial entender a conexão horizontal em um processo produtivo, garantindo que todos os dados relevantes das etapas operacionais estejam disponíveis em um sistema, auxiliando na tomada de decisões. Para orientar esses projetos, é fundamental assimilar as regras e demandas específicas da empresa e do mercado em determinado momento (ABDI, 2017).

Um elemento essencial nesse processo de modernização é a implementação de um modelo de referência, que traz padronização na linguagem

dos processos e pode servir como um protótipo para validar a viabilidade antes de uma produção em larga escala. Esse aspecto se torna ainda mais relevante na manufatura avançada, destacando-se como um diferencial importante (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Nesse modelo o ciclo de vida da fabricação de determinado produto passa pela sua idealização e se estende até fases de pesquisa, desenvolvimento, testes, validação, produção e finalização (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Tal ciclo é essencial para garantir a produtividade e o sucesso da operação.

Em se tratando da potencialidade da Indústria 4.0, Balasingham (2016) destaca os seguintes pontos:

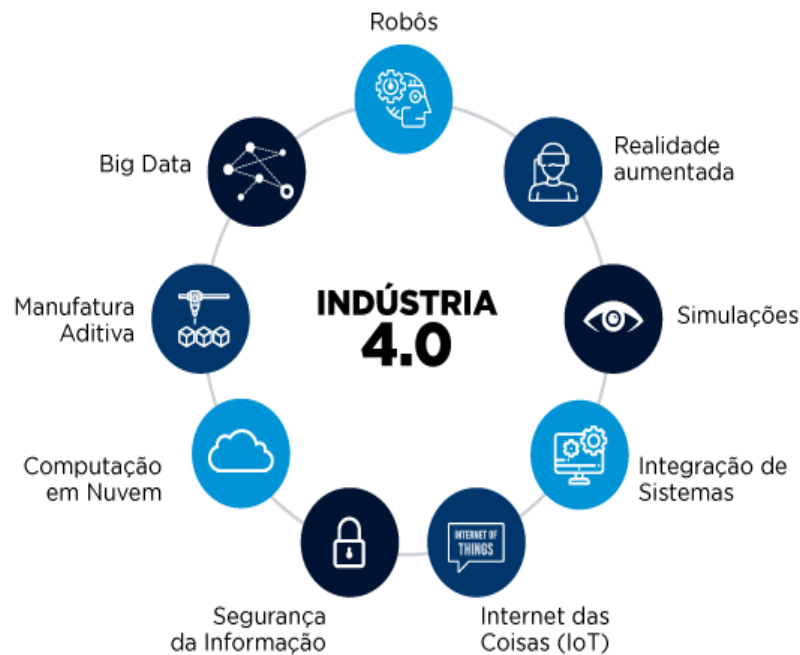
- a) Atender aos requisitos individuais dos clientes: a I4.0 permite que critérios específicos do cliente sejam incluídos nas respectivas fases: projeto, configuração, pedido, planejamento, fabricação e operação. Dessa maneira, a linha de produção pode se modificar para atender a critérios individuais, permitindo que até mesmo, modificações de última hora sejam incorporadas ao sistema.
- b) Flexibilidade: configurações dinâmicas de diferentes aspectos dos processos de negócios, como qualidade, tempo, risco, robustez e preço, podem facilitar o corte contínuo de materiais e cadeias de suprimentos. Isso também reflete positivamente nos processos de engenharia, tornando-os mais ágeis. Além do mais, os seguintes itens podem ser modificados: processos de fabricação, compensação de escassez temporária e aumentos enormes na produção em um curto espaço de tempo.
- c) Tomada de decisão otimizada: a Indústria 4.0 permite a verificação antecipada de decisões de design na esfera da engenharia e respostas mais flexíveis à interrupção e otimização global em todos os segmentos da empresa.
- d) Produtividade e eficiência dos recursos: os sistemas podem ser continuamente otimizados durante a produção em termos de consumo de recursos ou reduzindo suas respectivas emissões.
- e) Criando oportunidades de valor através de novos serviços: a I4.0 abre novas formas de criar valor através de serviços. Algoritmos inteligentes podem ser aplicados a grande quantidade de dados gravados por dispositivos

inteligentes, a fim de fornecer serviços inovadores. Com isso, por exemplo, existem oportunidades para pequenas empresas e startups desenvolverem serviços B2B para a Indústria (BALASINGHAM, 2016).

Para viabilizar esse conjunto de funções, o I4.0 integra tecnologias da Terceira Revolução Industrial e componentes de processamento de informações para armazenar, processar e gerenciar informações.

Conforme apresentado na figura 2, dentre as diversas tecnologias consideradas para formar a Indústria 4.0, dentre elas a realidade aumentada, computação em nuvem, sistemas integrados, etc., algumas se destacam em tal estrutura, como Internet das Coisas (IoT), *Big Data*<sup>5</sup>, *Internet of Things Services*<sup>6</sup> (IoS ) e *Web Physical Systems*<sup>7</sup> (CPS) (TELLO, 2018), ver Figura 2.

**Figura 2 - Principais tecnologias aplicadas a Indústria 4.0**



**Fonte:** Technicon, 2023.

Conforme a Figura 2, as principais tecnologias aplicadas Indústria 4.0 possuem relação com à robótica avançada e automação, considerando o uso de técnicas computadorizadas ou mecânicas com o objetivo de dinamizar e otimizar

<sup>5</sup> Em tradução livre: Grande Volume de Dados ou Dados em Escala Massiva.

<sup>6</sup> Em tradução livre: Serviços de Internet das Coisas

<sup>7</sup> Em tradução livre: Sistemas Ciber-Físicos na Web

todos os processos produtivos. Conforme a Tecnicon (2023), algumas tecnologias são:

- a) Internet das Coisas (IoT): é uma rede de dispositivos interconectados que se comunicam e coletam dados em tempo real, permitindo monitorar e controlar processos de forma mais eficiente.
- b) *Big Data*: permitem recolher, armazenar e analisar grandes volumes de dados gerados pelas operações industriais, permitindo a identificação de padrões e oportunidades de melhoria.
- c) Inteligência Artificial (IA): inclui algoritmos de aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e visão computacional, que permitem a tomada de decisões autônomas e otimização de processos.
- d) Realidade Aumentada (RA): permite a sobreposição de informações digitais sobre o ambiente real, o que ajuda a melhorar a eficiência de processos industriais complexos.
- e) Impressão 3D: possibilita a produção de peças personalizadas e complexas em tempo real, atendendo clientes e aumentando a eficiência da produção.
- f) Robótica Avançada: inclui robôs autônomos, colaborativos e móveis que podem executar tarefas repetitivas e perigosas, envolvendo o risco de acidentes e aumentando a eficiência.
- g) *Cloud Computing*<sup>8</sup>: permite armazenar e processar grandes volumes de dados e disponibilizá-los de forma segura e acessível em qualquer lugar do mundo.

### 2.3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SEU PAPEL NA INDÚSTRIA 4.0

Laudon (2016) afirma que a TI experimentou uma profunda mudança no significado da informação e a transformou em uma ferramenta para a alta administração tomar decisões estratégicas.

---

<sup>8</sup> Em tradução livre: Computação em Nuvem.

Para Fachin (2017), a tecnologia da informação (TI) é o envolvimento de aspectos humanos, gerenciais e organizacionais ao invés de focar apenas em tecnologias.

Sendo assim, a tecnologia da informação pode ser considerada uma combinação de computação eletrônica e telecomunicações e pode ser definida como um conjunto de técnicas, dispositivos e processos para manipulação e processamento de informações. O acelerado crescimento e desenvolvimento do tráfego de informação e processamento de dados permitiu a crescente disseminação e diversificação das tecnologias de informação (CONTRENAS et al. 2017).

Ainda consoante a Fachin (2017), as TI abordam todo o software e hardware que uma empresa precisa para atingir os objetivos organizacionais, desde computadores até softwares e programas de computador. Assim sendo, não há como negar que o avanço tecnológico trouxe mais vantagens que desvantagens para as nossas vidas em praticamente todas as áreas: educação, saúde, lazer, segurança, logística, principalmente em informações e entretenimento.

Nesse sentido, Buffon (2020), descreve que:

[...] o avanço do progresso técnico, no entanto, não se faz de forma contínua e linear. Ao contrário, as inovações tecnológicas substanciais acontecem concentradas em certas épocas, em surtos, configurando períodos de intensa transformação no tecido econômico – o que chamados de Revoluções Industriais. Atualmente vivemos o momento crucial de difusão das tecnologias ensejadas pela III Revolução Industrial, fundamentadas na microeletrônica e nas decorrentes tecnologias da informação e comunicação, que vão ensejando um momento no qual as coisas tendem a acontecer instantaneamente e de forma automática.

Atualmente a tecnologia tem se mostrado como o principal fator de desenvolvimento científico e social, assume então um conceito de bem social, tornando-se a força motriz para a competitividade entre organizações, sejam estas públicas ou privadas, e o desenvolvimento social. Essa corrida por quem está à frente na tecnologia mostra também quem está à frente em conhecimento e progresso.

Nessa mesma linha de pensamento, Raposo (2016) entende que,



[...] a evolução tecnológica impõe-se e transforma o comportamento individual e social. A economia, a política, a divisão social do trabalho, em diferentes épocas, refletem os usos que os homens fazem das tecnologias que estão na base do sistema produtivo. Desde o período inicial da Revolução Industrial – baseada na mecanização da indústria têxtil e no uso industrial da máquina a vapor – até o momento atual, em que predominam as tecnologias eletrônicas de comunicação e informação e a utilização da informação como matéria-prima, que o homem transita culturalmente por intermédio das tecnologias. Elas transformam suas maneiras de pensar, sentir, agir. Mudam também suas formas de se comunicar e de adquirir conhecimentos (RAPOSO, 2016, p. 75).

Nesse contexto, nota-se que é quase impossível conviver sem os recursos tecnológicos, sendo qual seja área ou profissão, parece ser uma realidade indiscutível. Desse modo, todos precisam estar atualizados ou se atualizando para esse novo mundo, para que aprendam a explorar esses recursos de uma forma que traga o seu bem-estar e o aumento do acesso a informações e interesses particulares.

Segundo Soster (2011), a sociedade atual possui características bastante diferenciadas das anteriores, fato que se deve especialmente à evolução tecnológica, percebida em diversas esferas sociais já que a tecnologia está literalmente envolvida nas relações e as informações e conhecimentos do mundo estão praticamente disponíveis a todos os indivíduos.

Para Buffon (2020), a Internet das Coisas, a Inteligência Artificial, a Ciência dos Materiais e a Biotecnologia vão desenhar o mundo e influir na vida de cada um nos próximos anos. Cidades, regiões e países serão transformados e o conceito vida cotidiana serão profundamente alterados. Para o autor estamos atravessando um portal e adentrando para um mundo do qual não há retorno, ao mesmo tempo em que temos pouco conhecimento do que é e do que será este mundo.

Na atualidade, destaca-se o desenvolvimento de uma nova sociedade tecnológica, marcado pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), as quais alteram o cotidiano das pessoas, modificando o seu modo de viver, de trabalhar, de informar e de comunicar com outras pessoas.

Kenski (2012) conceitua a tecnologia como algo que envolve qualquer coisa que o cérebro humano conseguiu criar, desenvolver e modificar o seu uso e sua aplicação e que a tecnologia não consiste somente em máquinas e equipamentos.

É difícil não ver os benefícios que as novas tecnologias trouxeram, no entanto, trata-se aqui, nessa breve exposição, de problematizar o advento tecnológico e mostrar a fundamental importância dos recursos e capacidade de conhecimento humano. “É preciso tomar cuidado para que não sejamos “engolidos” por esse advento tecnológico, e que a tecnologia não se torne nossa “senhora”, mas que seja nossa ferramenta e aliada em nossas funções” (TORRES, 2020, p.01- grifos do autor).

Nesse contexto, o uso das ferramentas de tecnologias contribui em vários aspectos, de modo particular na Indústria 4.0, visto que, as tecnologias são parte evidente do setor industrial. A tecnologia então, pode ser vista como ferramenta facilitadora para atingir resultados e acelerar, busca de respostas para um determinado fim, também é um ponto entre o homem e o processo de conhecimento (PÚBLIO JÚNIOR, 2018).

Nesse sentido, Silva e Mendanha (2014) entendem que a tecnologia se torna relevante na sociedade atual e, essa relevância está ratificada em todos os seus domínios e seus reflexos transcendem aos seus resultados/produtos para relacionar-se entre si numa cumplicidade permanente – seja nos campos político, econômico, social e pedagógico e, sendo assim, não se pode avaliar ou indicar com precisão onde as tecnologias levaram o homem neste novo milênio, pois a globalização, as novas políticas de governo, os novos grupos formados na sociedade (por exemplo, via internet) nos dão alguns modestos exemplos de radicais mudanças e novas transformações neste tempo vivido.

Desse modo, com o tempo, a TI deixou de ser um suporte administrativo e passou a ser vista como um papel estratégico nas organizações. O alinhamento entre a estratégia de TI e a estratégia organizacional vai além do aumento da produtividade (BARBOSA et al. 2017).

Assumindo tal característica, segundo Contrenas et al. (2017), à medida que a tecnologia da informação se desenvolve, os indivíduos precisam de mais especialização e treinamento, o que altera a forma de sua educação e acesso ao mercado de trabalho, o que aumenta sua vantagem competitiva.

Partindo dessa premissa, considerando a tecnologia no setor industrial, a aplicação do modelo de referência RAMI 4.0, visa propor uma arquitetura de um modelo de padronização que tem como objetivo garantir que todos os participantes de um processo se compreendam, ou seja, que a comunicação

interna empresarial seja feita de modo efetivo, reduzindo gargalos e processos desnecessários, alinhando estrategicamente uma organização (MOREIRA, 2017).

## 2.4 RAMI 4.0

RAMI 4.0 é um modelo de referência que visa padronizar as aplicações da Indústria 4.0 como principal diretriz para conectividade do sistema. Porém, sem a Terceira Revolução Industrial, que é caracterizada como evolução tecno-científica, como já afirmado anteriormente, não teria sido possível, pois foi a partir dela que houve a unificação da automação e Informática (ROBLEK et al., 2018).

O maior objetivo é da RAMI 4.0 é proporcionar a conectividade dos sistemas presentes na indústria. Seu funcionamento é dividido em células de produção, que atuam de maneira flexível e descentralizada. Logo, no que se refere aos eixos estruturais da RAMI 4.0, o modelo de referência pode ser dividido, conforme mostrado na Figura 3, sendo os Níveis Hierárquicos<sup>9</sup>, Ciclo de Vida Cadeia de Valor<sup>10</sup> e Camadas<sup>11</sup>.

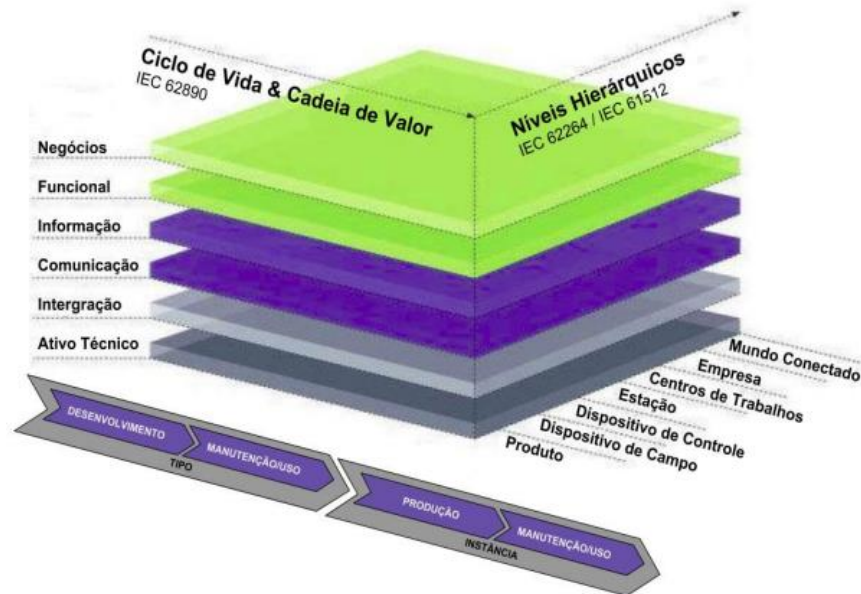
---

<sup>9</sup> Do inglês *Hierarchy Levels*.

<sup>10</sup> Do inglês *Life Cycle & Value Stream*

<sup>11</sup> Do inglês *Layers*

**Figura 3 - Estrutura Tridimensional da RAMI 4.0**



**Fonte:** Adaptado de Adolphs (2015).

Para Lange (2017), um desafio importante na implementação da RAMI 4.0 é o desenvolvimento de soluções que suportem a funcionalidade de cada camada e a interação dos elementos de cada camada. Como o I4.0 atualmente representa um conceito que não define, por exemplo, tecnologias de comunicação utilizáveis, ferramentas de integração e padrões de programação, a maioria dos trabalhos deve buscar diferentes tecnologias integráveis e fornecer as funcionalidades necessárias para essas novas aplicações.

Segundo Lydon (2019), a RAMI 4.0 e os componentes presentes na Indústria 4.0 fornecem às empresas uma estrutura para o desenvolvimento de futuros produtos e modelos de negócios. Portanto, é possível utilizar essa tecnologia para a realização de análises mais efetivas sobre o andamento dos negócios da empresa, bem como, a produção geral de equipamentos no ramo industrial e eventuais ocorrências de seus ativos. Então, utilizando essas informações, o direcionamento futuro sobre as ações que devem ser tomadas pode ser mais simplificado e objetivo, garantindo que a evolução lucrativa da empresa seja crescente, com menor probabilidade de problemas em investimentos e perda de lucros.

A Indústria 4.0 tem como proposta liderar projetos e aplicações de manufatura avançada (ROBLEK et al., 2018), e sua abreviação RAMI vem das palavras *Reference Architecture Model for Industry 4.0*<sup>12</sup>.

A implementação deste conceito é necessária para que as empresas possam desenvolver e implementar adequadamente novos projetos e padronizar a comunicação. Em outras palavras, a RAMI 4.0 é um mapa que mostra como abordar a Indústria 4.0 de forma estruturada e garantir que todos os participantes da conversa se entendam (MOREIRA, 2017).

Por meio desse modelo é definida uma arquitetura orientada a serviços (SOA), sendo estabelecido no ambiente de produção uma norma específica para realizar a comunicação dos dados através da rede. Com isso, é possível realizar tarefas normalmente consideradas complexas mais fáceis, melhorando assim o entendimento de todos os colaboradores a respeito de seu funcionamento (SILVA, 2018).

#### **2.4.1 Os três eixos de aplicação da RAMI 4.0**

Para Rojko (2018) a RAMI 4.0 define todos os aspectos-chave da indústria moderna. Devido à complexidade de suas relações, foi necessário dividi-los em três grupos mais simples, também chamados de eixos ou planos:

- a) Primeiro nível: é formado pelos níveis da hierarquia Comissão Eletrotécnica Internacional<sup>13</sup> ou IEC 6226, formam um eixo horizontal que também consiste em padrões internacionais de TI e sistemas de gestão das empresas. Esses níveis hierárquicos representam as diversas funções das Fábricas 4.0, incluindo produtos e conexão com a Internet das Coisas (IoT).
- b) Segundo nível: a arquitetura na RAMI 4.0 tem o objetivo de transformar os dados físicos em informações simplificadas para melhor entendimento e tomadas de decisões. Com isso, será possível elevar a capacidade de produção e obter resultados mais agradáveis. Esse plano atua principalmente na verticalização de dados, suas interfaces e formas de uso (CRAVO, 2022).

---

<sup>12</sup> Em tradução livre: Modelo de Referência para Arquitetura da Indústria 4.0

<sup>13</sup> Do inglês: *International Electrotechnical Commission*

c) Terceiro nível: ciclo de vida que o eixo horizontal da RAMI 4.0 que gerencia o ciclo de vida do produto desde sua idealização até o desenvolvimento, passando por testes, fabricação, acabamento e suporte técnico. Isso inclui, mas não se limita a projetos, simulações, uso de tecnologias, desenvolvimento de manuais, especificação de lotes e período de garantia e outros fatores que afetam o sucesso do negócio Müller et al. (2018).

Em resumo, a RAMI 4.0 busca integrar funções, informações e sistemas em uma arquitetura de referência padronizada, visando permitir a implementação da Indústria 4.0 em diferentes setores e organizações.

## 2.5 NORMAS APLICADAS AO MODELO DE REFERÊNCIA PARA ARQUITETURA DA INDÚSTRIA 4.0

Normas aplicadas ao Modelo de Referência para Arquitetura da Indústria 4.0. Como a RAMI 4.0 é um padrão, temos o desenvolvimento e implementação de padrões, o entendimento de aplicativos amplamente regulamentados pelas Instituições como a *International Organization for Standardization* (ISO) e a *International Electrotechnical Commission* (IEC) que desempenham um papel importante na definição de padrões globais relacionados à Indústria 4.0. Elas estabelecem diretrizes, normas e requisitos técnicos para várias áreas da indústria, abaixo estão os padrões aplicáveis:

- a) Norma ISO/IEC 27001: define os requisitos para a implementação de um Sistema de Gestão da Segurança da Informação (SGSI) em uma organização.
- b) Norma IEC 62443: define os requisitos de segurança cibernética para sistemas de automação industrial.
- c) Norma ISO 15288: define o ciclo de vida de sistemas e produtos.
- d) Norma ISO 9001: define os requisitos para um sistema de gestão da qualidade.
- e) Norma ISO/IEC 15504: define o processo de avaliação de maturidade de processos.
- f) Norma ISO 27002: orientações para práticas de segurança da informação e gestão de riscos.
- g) Norma ISO/IEC 12207: define os processos de ciclo de vida do software.

Além dessas normas, também existem outros padrões específicos para a Indústria 4.0, como a norma de infraestrutura de desktop virtual VDI/VDE 3695, que definem uma arquitetura de referência RAMI 4.0.

A utilização dessas normas e padrões é importante para garantir a compatibilidade entre sistemas e interoperabilidade entre diferentes plataformas, além de fornecer maior segurança e confiabilidade na troca de informações e dados em ambientes de produção industrial.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como finalidade apresentar os métodos aplicados para a construção deste trabalho, explicando como sua aplicação autoriza resolver as questões propostas na apresentação deste trabalho.

Quando as inovações tecnológicas são amplamente adotadas, discutidas e pesquisadas em diferentes ambientes, é natural buscar a padronização, começando pelos conceitos e aplicações de projetos, adotando boas práticas e terminando com padrões locais e gerais presentes em todo o mundo.

A metodologia utilizada em nosso estudo é um modelo de aplicação de soluções de conectividade, aplicada conforme apresentado a seguir.

#### 3.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa utilizado para este estudo consiste em uma pesquisa bibliográfica.

Conforme afirma Marconi e Lakatos (2019, p.19), esse modelo de pesquisa tem como finalidade, aproximar o pesquisador “[...] com tudo que está escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritas de alguma forma”.

Quanto às características, possui caráter descritivo, analítico e qualitativo, elaborada a partir de material já publicado, constituído de livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, que tratam sobre a tema abordado, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa (PRODANOV, 2013).

De acordo com Gil (2019), a pesquisa qualitativa é caracterizada pela descrição, compreensão e interpretação de fatos e fenômenos.

No que se refere a pesquisa descritiva, Zanella (2013, p.13) destaca que, “tem a finalidade de descrever os principais aspectos de um fenômeno, população ou qualquer outra variável”.

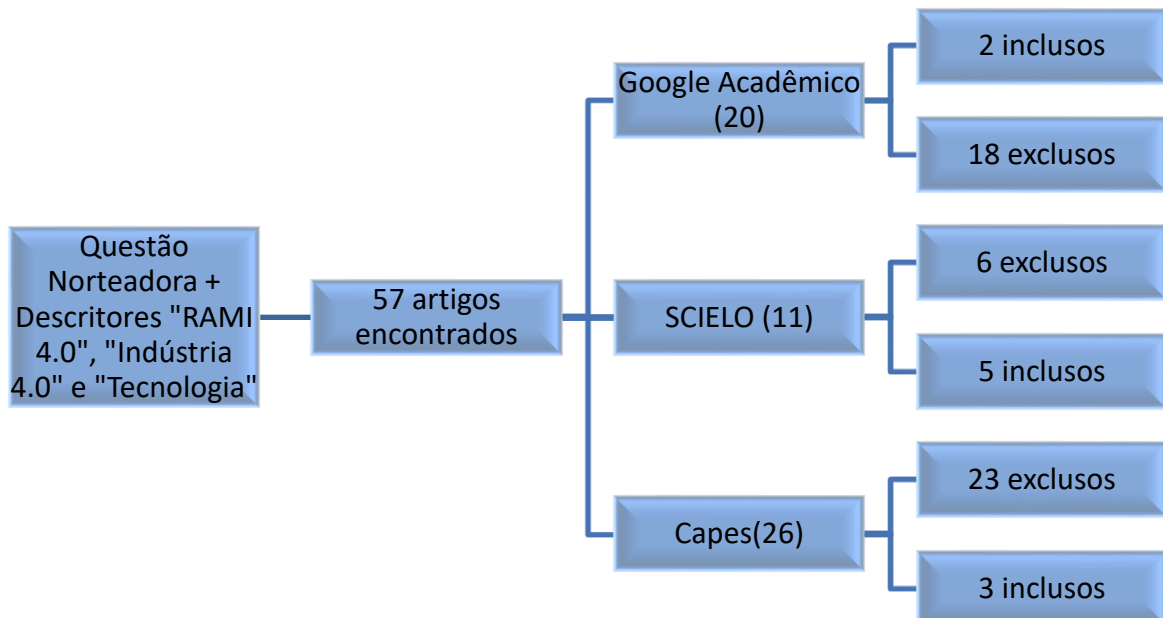


### 3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As pesquisas dos dados científicos foram baseadas nas referências de sites, revistas, plataformas de universidades e livros acadêmicos. Durante a pesquisa foram analisados artigos do período de 2018 a janeiro/2023, as abordagens para essas referências foram com foco aos objetivos nos assuntos relacionados ao tema do artigo, ou semelhante, para que ocorresse o desenvolvimento do estudo, foram abordados como fatores de comparação os artigos no idioma português para uma análise mais elaborada do estudo. Os trabalhos pesquisados foram classificados por assuntos para a preparação dos respectivos objetivos do desenvolvimento da pesquisa.

Os instrumentos de pesquisa dos artigos e amostragem na literatura, foram as bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), Google Acadêmico, Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Figura 1 – Fluxograma de buscas nas bases de dados.



1ª fase: elaboração de pergunta com as investigações buscadas através dos parâmetros encontrados obtivemos a seguinte pergunta “Quais os benefícios e vantagens da arquitetura RAMI 4.0 na melhoria na cadeia produtiva na Indústria 4.0?”

2ª fase: pesquisa dos artigos e amostragem na literatura, onde utilizamos como busca o Google Acadêmico, CAPES e SCIELO.

3ª fase: análise crítica dos resultados dos estudos, foi realizado uma leitura minuciosa dos artigos, com o objetivo de aproveitar as informações importantes com o intuito de objetivar análise, sendo aplicados os critérios de inclusão (artigos publicados entre 2018-2023 e que abordam a temática) e os critérios de exclusão (artigos anteriores a 2018).

4ª fase: coleta de dados utilizou-se um instrumento semiestruturado, elaborado pelos próprios pesquisadores contendo: Título, Autor (es), Ano, Objetivo e Resultados.

5ª fase: discussão dos resultados foi realizada a comparação dos dados evidenciados na análise dos artigos, em que a interpretação e a síntese dos resultados se tornaram fundamental para a busca do referencial teórico.

6ª fase: apresentação da revisão integrativa tem como finalidade sintetizar os resultados e os dados coletados utilizando ferramentas como fluxograma e instrumento.

#### 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos desde a busca inicial foram cinquenta e cinco (55) trabalhos acadêmicos nas bases: Google Acadêmico, SCIELO e CAPES que continham trabalhos científicos publicados, tendo como recorte temporal o período de referente aos anos de 2018 a 2023, como já afirmado no capítulo anterior. Como resultado obtivemos, os trabalhos selecionados totalizaram dez (10), e fazem composição da discussão do presente estudo.

Os trabalhos encontrados e selecionados para análise são apresentados no Quadro 1:

**Quadro 1 - Trabalhos selecionados para discussão dos resultados**

N	Título	Ator(es) /Ano	Base da dados	Objetivo
1	Arquitetura para descoberta de equipamentos em processos de manufatura com foco na Indústria 4.0	PISCHING, M.A. (2018)	Google Acadêmico	Apresentar uma arquitetura para a descoberta de equipamentos para processar operações conforme as necessidades dos produtos
2	Arquitetura de Dados baseada na RAMI 4.0 para Manufatura Flexível na Indústria 4.0.	RAVELLI JUNIOR, Joel. (2022)	Google Acadêmico	Desenvolver uma arquitetura de dados focada na Camada da Informação da RAMI 4.0 para aplicações de manufatura flexível na Indústria 4.0.
3	Configuração e implantação de demonstrador de Indústria 4.0 para apoiar o desenvolvimento de soluções 4.0 para empresas de manufatura	BERTAZZI, Júlia de Andrade. (2020)	Scielo	Propor um método de planejamento de um sistema demonstrativo inteligente, dentro do conceito de Indústria 4.0, composto pelas etapas de planejamento, análise, modelagem e implementação do sistema inteligente, que atenda aos requisitos da Indústria 4.0
4	CPPS retrofitting no contexto da Indústria 4.0.	LINS, Theo Silva. (2020)	Scielo	Propor metodologias no <i>retrofitting</i> que facilite a transformação de equipamentos industriais tecnologicamente ultrapassados em um CPPS, através do uso tecnologias existentes no mercado, de modo que o equipamento

				possa integrar a Indústria 4.0.
5	Uma Análise do OPC UA em Face aos Requisitos da RAMI 4.0.	MELO, P.F.S.; GODOY, E.P. (2019)	SciELO	Analisar o protocolo OPC UA em face aos requisitos de comunicação acerca da RAMI4.0, para possíveis aplicações da Indústria 4.0 baseadas em tal contexto, que necessitem de uma compatibilização entre modelos de informações.
6	Adaptação de equipamentos tipo "Transfer" para conectividade na direção de um ambiente de manufatura 4.0.	MEHL, V.O.; COSTA, D.D.; VALLE, P.D. (2020)	SciELO	Propor uma metodologia de baixo custo para adaptação de equipamentos <i>Transfer</i> para um ambiente 4.0 visando o controle e monitoramento em tempo real do processo de manufatura.
7	Indústria 4.0 a digitalização da manufatura: um caso de estudo.	MENDES, C.R.; BORTOLI, F.S.; COSTA, C. (2021)	SciELO	Implementar a digitalização de uma célula didática de manufatura, localizada no Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus São Paulo.
8	O grau de prontidão das empresas industriais para implantação da Indústria 4.0: um estudo no setor automotivo brasileiro.	PACCHINI, Athos Paulo Tadeu (2019)	CAPES	Propor um modelo, para medir o grau de prontidão das empresas industriais, para que possam se situar com relação ao seu grau de preparação para a implantação da Indústria 4.0 (I 4.0)
9	Modelagem do sistema de planejamento e controle da produção utilizando as redes de Petri para integração da manufatura.	NEVES, C.C.B.; ASATO, O.L.; NAKAMOTO, F.Y. (2019)	CAPES	Realizar um levantamento das atuais arquiteturas de PCP e investigar os impactos para a proposição de um PCP orientado a funcionalidade. D
10	Um modelo de maturidade da Indústria 4.0 aplicados na cadeia de suprimentos.	GOBO JUNIOR, Paulo. (2020)	CAPES	Desenvolver um modelo de maturidade que analise a indústria no contexto 4.0, possibilitando a identificação do grau de homogeneidade existente entre os participantes de uma cadeia de suprimentos.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

Com a finalização das pesquisas realizados ao longo desse estudo para entender o funcionamento da RAMI 4.0, identificou-se suas vantagens de implementação no setor industrial. Para tanto, serão avaliados os trabalhos selecionados de maneira integrada e elencando os objetivos propostos neste trabalho, vide o tópico a seguir.

#### 4.1 AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS SELECIONADOS

Pisching (2018) em seu trabalho, intitulado “**Arquitetura para descoberta de equipamentos em processos de manufatura com foco na Indústria 4.0**”, o autor enfatiza que a Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, é o atual cenário industrial que estabelece um novo paradigma para os sistemas de produção. A Indústria 4.0 é compreendida como a implementação da fábrica inteligente que opera de forma mais autônoma e com menor intervenção humana, cujo propósito é prover serviços e produtos inteligentes que atendam às necessidades individuais dos consumidores. A Indústria 4.0 está amparada nos sistemas ciber-físicos (CPS) e na Internet das Coisas (IoT).

Neste cenário máquinas e produtos se comunicam entre si visando automatizar os processos industriais por meio de informações individuais obtidas em tempo real durante os processos de manufatura.

No entanto, a Indústria 4.0 e as pesquisas em torno desse assunto ainda são muito recentes e requerem mais investigações no que diz respeito às arquiteturas que suportem a sua implementação, entre elas a comunicação entre produtos e máquinas.

Ainda no mesmo trabalho, aborda que a RAMI 4.0 ainda requer esforços no campo da pesquisa sob diferentes aspectos, entre eles a integração vertical de recursos do sistema de produção. Neste sentido, uma arquitetura como a RAMI 4.0 é efetiva para a descoberta de equipamentos para processar operações conforme as necessidades dos produtos, cuja finalidade é prover componentes que permitam a comunicação entre equipamentos e produtos, e um mecanismo similar ao sistema de nomes de domínios<sup>14</sup> para realizar a descoberta de

---

<sup>14</sup> Do inglês: *Domain Name System (DNS)*

equipamentos para processar uma determinada operação. Contudo, as informações dos equipamentos são armazenadas em uma estrutura organizada hierarquicamente para auxiliar o serviço de descoberta, e os produtos possuem informações das operações necessárias para o processo de manufatura. Assim, para garantir a eficácia do funcionamento dos componentes e suas interações, é necessário a verificação e validação por meio de métodos formais. Logo, no referido trabalho há verificação e validação por meio da técnica PFS (Esquema de Fluxo de Produção)/ Rede de Petri (RdP) para demonstrar a sistemática de implementação e a sua efetividade.

O trabalho de Ravelli Junior (2022), sob o título “**Arquitetura de Dados baseada na RAMI 4.0 para Manufatura Flexível na Indústria 4.0**”, reafirma que o Modelo de Arquitetura de Referência para a Indústria 4.0 (RAMI 4.0) foi elaborado, sistematizando os elementos da Indústria 4.0 em um modelo de camadas tridimensionais. Todavia, foca-se na definição de um modelo da informação composto pelo banco e modelo de dados para estruturar e organizar a informação.

Para este autor, a RAMI 4.0 trabalha com componentes (objetos), em nossas três dimensões chamamos esses componentes de I .0 (que é uma referência), que possuem as seguintes funções principais: cada conjunto de dispositivos forma informação e controla a semântica (componente I 4.0); conjuntos I4.0, que formam células de produção; e as células de produção trabalham de forma flexível, cooperativa e descentralizada com a ajuda de componentes padrão dentro do sistema, é possível entender a aplicação de controle e controle da linha de produção de colunas de duas rodas, pois todas as informações estão conectadas, o mesmo componente pode ser controlado, por exemplo, na logística e transporte na cadeia produtiva até chegar ao cliente final (usuário), e suas informações são monitoradas de forma única nas dimensões da RAMI 4.0.

Bertazzi (2020), ao apresentar o trabalho “**Configuração e implantação de demonstrador de Indústria 4.0 para apoiar o desenvolvimento de soluções 4.0 para empresas de manufatura**”, enfatiza que, a digitalização da manufatura resultou no conceito da Indústria 4.0, pois representa o processo de adaptação das fábricas a um mercado e ambiente complexo, dinâmico e tecnológico.

Assim, a Indústria 4.0 descreve a ampla integração da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) na produção industrial, e tem o objetivo de fornecer à empresa, a capacidade de se adaptar e aprender de forma ágil, eficiente, integrada e contínua em um ambiente em constante mudança.

Bertazzi (2020) percebe que a RAMI 4.0 define a conectividade do sistema deve-se considerar as devidas questões: padronização global da comunicação (Padrão/Protocolo); fácil instalação e uso<sup>15</sup>; padronização da comunicação de linguagem para interpretar dados em um sistema cibernético, é necessário entender como funciona o sistema de conexão; ocorre na conexão física da rede Indústria; o dado torna-se um ativo - dispositivo (ex. OPC-UA); a rede é um padrão de comunicação compreensível; e a própria conexão integra o Ativo na rede.

O trabalho “**CPPS<sup>16</sup> retrofitting no contexto da Indústria 4.0.**”, do autor Lins (2020), propõe metodologias no *retrofitting*<sup>17</sup> que facilite a transformação de equipamentos industriais tecnologicamente ultrapassados em um CPPS, a partir do uso tecnologias existentes no mercado, de modo que o equipamento possa integrar a Indústria 4.0.

O autor afirma que, a modernização é feita com o suporte de uma plataforma que possui recursos para integrar os equipamentos industriais com a Indústria 4.0. Logo, todo o procedimento realizado com base no Modelo Arquitetural de Referência para Indústria 4.0, por meio do processo de CPPS *Retrofitting* traz melhorias na geração de dados, na manutenção de equipamentos industriais, nas tomadas de decisão, no consumo de energia, nas funções humanas e em outros elementos ligados diretamente ao equipamento industrial.

Reitera também, que a RAMI 4.0 representa uma ferramenta da Indústria 4.0 que se utiliza para implementar um padrão de conectividade excelente, é necessário atender a requisitos de velocidade, segurança e custos, assim, tornando esse modelo viável para as empresas. Consoante ao autor, são benefícios da RAMI 4.0: a identificação de falhas; eficiência do processo a partir

---

<sup>15</sup> Do inglês *Plug and Play*;

<sup>16</sup> CPPS é a sigla para "Cyber-Physical Production System", que em português significa "Sistema Ciber-Físico de Produção".

<sup>17</sup> Em tradução, significa "atualização ou modernização de um equipamento, estrutura ou sistema existente para melhorar sua eficiência, desempenho ou funcionalidade".

das informações, uma exploração maior de dados, melhoria da vida útil dos equipamentos e disponibilidade de produtos.

Já no trabalho de Melo e Godoy (2019), intitulado “**Uma Análise do OPC UA<sup>18</sup> em Face aos Requisitos da RAMI 4.0**”, é apresentada uma abordagem sobre os principais elementos da RAMI 4.0 e Espaço de Endereço do OPC UA. O Espaço de Endereço do OPC UA integra um conjunto de objetos que um servidor fornece aos clientes. Com isso, a modelagem de informação do OPC UA permite a sistematização dos dados, tornando possível também a troca de informação com semântica conhecida, diferentemente da troca de dados puros. Além disso, demonstra-se a relação entre o modelo de informação do OPC UA e o modelo de informação da RAMI 4.0.

Vale destacar que Melo e Godoy (2019), enfatizam que em ambas as metodologias se apresentam um significado similar na especificação de conceitos fundamentais, como: ativos e nós; propriedade de ativos e atributos e variáveis de objetos; submodelos e objeto; gerenciador de recursos e espaço de endereço. Têm-se, portanto, uma conectividade entre o modelo gerencial e a inserção da tecnologia em que todas as áreas de uma organização se complementam, reduzindo tempo, melhorando a comunicação e ainda, interrelacionando as camadas organizacionais.

No trabalho de Mehl, Costa e Valle (2020) sob o título “**Adaptação de equipamentos tipo “Transfer”**”, é apresentada uma atribuição para conectividade na direção de um ambiente de manufatura 4.0. Além disso, ainda contribui para a ideia de conectividade no ambiente da Indústria 4.0. Os autores afirmam que os sistemas de manufatura inteligentes visam melhorar a produtividade e a competitividade. Portanto, um requisito que os novos dispositivos precisam atender, é ser capaz de autogerar dados indicando sua condição de operação em tempo real, fazendo parte de um sistema de produção ciberfísico. Em algumas empresas, porém, o parque de máquinas é composto por equipamentos grandes e antigos, como os de processamento em linhas de transferência e, nesse caso, sua substituição para um ambiente 4.0 requer um

---

<sup>18</sup> OPC UA é a sigla para "Open Platform Communications Unified Architecture", que em português significa "Arquitetura Unificada de Comunicações em Plataforma Aberta".



alto investimento, fazendo com que os mesmos tenham um longo tempo de amortização.

A partir dos resultados obtidos, os autores ressaltam que, a tecnologia utilizada é condição suficiente para a identificação das fases operacionais do processo de usinagem, possibilitando assim, que os equipamentos antigos atendam parcialmente aos requisitos dos sistemas ciberfísicos de produção. Logo, diante da aplicação da RAMI 4.0 é necessário desenhar a automação da fábrica de forma descentralizada, interconectando todos os dispositivos e equipamentos da linha de produção, pois somente assim, poderão ser criados os componentes que formam a Indústria 4.0, sob os parâmetros de uma semântica. Então, a partir daí, indica-se como será realizada a intercomunicação de cada conjunto, como serão extraídas as informações e como serão controladas. E ao finalizá-la, configura-se o sistema para que haja flexibilidade, ou seja, que você possa personalizar o mesmo, interoperável dentro dos três eixos da RAMI. Somente dessa forma, a produção pode ser personalizada da forma que for mais conveniente para cada empresa.

No trabalho de Mendes, Bortoli e Costa (2021) “**Indústria 4.0 a digitalização da manufatura: um caso de estudo**”, os autores caracterizam as tecnologias de digitalização da manufatura em interface homem-máquina e conectividade. Aplicada a estruturação da Indústria 4.0, a conectividade permite o armazenamento de informações intrínsecas ao processo de produção na computação em nuvem, no trabalho em específico.

Os autores afirmam que, a digitalização da célula de manufatura resulta em uma maior conectividade e uma melhoria significativa no armazenamento das informações no processo de produção, que permite o acesso remoto por meio de dispositivos eletrônicos conectados à Internet, isto é, estrutura-se no modelo da RAMI 4.0, que conecta setores integrados a organização. Contudo, é válido ressaltar que, a pesquisa modernizou uma célula didática de manufatura, que seguia o modelo ISA-95 (Indústria 3.0), em direção as tecnologias e tendências da Indústria 4.0.

Pacchini (2019), ao pesquisar “**O grau de prontidão das empresas industriais para implantação da Indústria 4.0: um estudo no setor automotivo brasileiro**”, destacou que a implantação da Indústria 4.0 (I 4.0), abarca um conjunto de tecnologias habilitadoras, que traz no seu escopo

profundas alterações tanto nos setores da economia, quanto nas relações fornecedores/empresa/clientes. A implementação de tecnologias de conectividade em diversos âmbitos traz grandes contribuições para o desenvolvimento dos negócios. Logo, por meio do modelo RAMI 4.0, conforme o autor é possível realizar a estruturação de um ambiente de produção industrial, capaz de direcionar os negócios das empresas para sentidos que possam resultar em aumento de lucros e melhorias no mercado competitivo.

Neves, Asato e Nakamoto (2019) no trabalho “**Modelagem do sistema de planejamento e controle da produção utilizando as redes de Petri para integração da manufatura**”, afirmam que a utilização do modelo de arquitetura RAMI 4.0, se orientado a serviço, definem as incumbências do planejamento e controle da produção já que, se voltam às funcionalidades dos recursos, que são alocados quando solicitados. De modo que, a arquitetura também permite a descentralização dos domínios de controle, a automação os módulos produtivos e a colaboração entre estes.

Com a implementação da RAMI 4.0, se fornece uma maior praticidade com a presença da conectividade nas tecnologias utilizadas, além de garantir que os principais objetivos da empresa sejam atingidos, introduz uma empresa em um novo patamar de organização, em que ela é capaz de gerir toda sua cadeia de valor junto com o ciclo de vida do produto.

Além disso, com a disponibilização de todas as informações relevantes em tempo real, é possível integrar todas as agências participantes dos processos de criação de valor, e ainda, criar redes de valor entre empresas auto-organizadas, dinâmicas e em tempo real por meio da interconexão de pessoas, “coisas” e sistemas de acordo com suas capacidades.

Os trabalhos analisados neste Capítulo, são todos relacionados à Indústria 4.0 e abordam diferentes aspectos da implementação da manufatura avançada. Esses estudos mostram que a Indústria 4.0 requer a adoção de tecnologias avançadas, como IoT, inteligência artificial e *big data*, além da integração e conectividade de sistemas e equipamentos existentes.

Os autores apresentam diferentes soluções para enfrentar os desafios da implementação da Indústria 4.0, como o uso de arquiteturas e modelos específicos, adaptação de equipamentos e sistemas, análise da prontidão das empresas para implementação e modelagem de sistemas de planejamento e controle da

produção. Além disso, os trabalhos destacam a importância da colaboração e integração em toda a cadeia de valor para a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0, bem como a necessidade de desenvolver modelos de maturidade para avaliar o nível de adoção da tecnologia nas empresas.

Em resumo, esses trabalhos funcionaram para a compreensão dos desafios e soluções na implementação da Indústria 4.0 e fornecem *insights*<sup>19</sup> valiosos para empresas que buscam adotar essa abordagem de manufatura automatizada.

---

<sup>19</sup> "Insights" é um termo que se refere a percepções ou entendimentos profundos obtidos a partir da análise de informações.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalização dos estudos sobre o modelo RAMI 4.0, podemos afirmar que devido a conectividade fornecida pelo modelo de arquitetura, identifica-se nos resultados dos estudos um aumento na produtividade geral dos principais processos demandados no ambiente de produção. No qual, por meio de sua implementação, foram obtidas vantagens na gestão dos equipamentos ativos, de modo que seja possível evitar prejuízos com falhas ou mal funcionamentos desses itens, mantendo-os sempre presentes para gerar novos produtos e conseqüentemente obter mais lucro.

Além dos pontos mencionados, com a realização da arquitetura RAMI 4.0 se fornece uma estrutura unificada para a comunicação entre diferentes dispositivos, máquinas e sistemas na fábrica inteligente. Logo, os benefícios e vantagens da arquitetura RAMI 4.0 na melhoria da cadeia produtiva na Indústria 4.0 incluem a padronização, visto que, a RAMI 4.0 fornece um modelo expressivo para a comunicação entre diferentes dispositivos e sistemas. Isso torna mais fácil para as empresas integrarem seus sistemas existentes e adotarem novas tecnologias em suas cadeias de produção.

Além disso, a RAMI 4.0 permite a integração de sistemas ciberfísicos em toda a cadeia de produção, incluindo design, planejamento, produção, logística e serviços. Isso permite que as empresas operem de maneira mais eficiente e com maior flexibilidade. E ainda, permite que as empresas adaptem suas cadeias produtivas de forma mais rápida e flexível, por exemplo, adicionando novos equipamentos ou processos. Isso ajuda as empresas a se manterem competitivas em um mercado em constante mudança.

Portanto, há uma grande gama de benefícios para as organizações que decidem a implementação desta tecnologia, sendo um modelo amplamente reconhecido no mercado em geral. Afinal, a RAMI 4.0 não é mais um futuro e sim uma realidade, e a competitividade das empresas depende muito do seu grau de inserção nesta nova realidade.

Sendo assim, com todos os dados que foram coletados durante a pesquisa, entendemos que os objetivos foram alcançados, pois, pudemos mostrar toda a evolução, as tecnologias que englobam essa arquitetura e, os benefícios e as vantagens que a RAMI 4.0 pode trazer de melhoria para a indústria.

Como proposta para trabalhos futuros recomenda-se um estudo sobre a produtividade anteriormente e após a RAMI 4.0, ponderando o quantitativo de produção de produto acabado e teor de vendas em empresa do setor industrial com a inserção da arquitetura de Indústria 4.0.

## REFERÊNCIAS

- ADOLPHS P.; BEDENBENDER H.; DIRZUS D.; et al. **Reference architecture model industrie 4.0 (RAMI4.0)**. 2015. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a2-schweichhart-reference\\_architectural\\_model\\_industrie\\_4.0\\_rami\\_4.0.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a2-schweichhart-reference_architectural_model_industrie_4.0_rami_4.0.pdf)>. Acesso em: 01 mar 2023.
- ARBIX, G.; MIRANDA, Z.; TOLEDO, D. C. de; ZANCUL, E. de S. **Made in China 2025 e Industrie 4.0: a difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação**. Tempo Social, [S. l.], v. 30, n.3, p. 143-170, 2018.
- BALASINGHAM, K. **Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies**. 16 p. Dissertação (Mestrado), University of Twente. Twente, 2016.
- BARBOSA, N. L.; CASTRO, S. I. M.; ELIAS, S. J. B.; TUBINO, D. F. **Análise dos processos de manutenção preventiva de elevadores: uma abordagem Lean**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Belo Horizonte, 2017.
- BERTAZZI, Júlia de Andrade. **Configuração e implantação de demonstrador de Indústria 4.0 para apoiar o desenvolvimento de soluções 4.0 para empresas de manufatura**. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção). Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Bárbara d'Oeste, 2020.
- BUFFON, José Antonio Bof. **Tecnologia e desenvolvimento: o Brasil de hoje caminha na contramão**. Folha Vitória, publicado em 08 de jun de 2020. Disponível em: <<https://www.folhavitoria.com.br/geral/blogs/livrepensar/2020/06/tecnologia-e-desenvolvimento-o-brasil-de-hoje-caminha-em-sentido-contrario-e-na-contramao/>>. Acesso em: 15 mai 2023.
- CASSETTARI, A.; PEDROSO, M.; CASSETTARI, E. **Obtenção de melhoria contínua através da gestão de indicadores**. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Belo Horizonte, 2019.
- CONTRENAS, J.D.; GARCIA, J.I.; PASTRANA, J.D. **Developing of Industry 4.0 Applications**. International Journal of Online Engineering, iJOE – Vol. 13, No. 10, 2017.
- CRAVO, E: **RAMI 4.0: entenda o modelo, suas vantagens e como aplicá-lo**. In: Kalatec. Brasil, 2022. Disponível em: < <https://blog.kalatec.com.br/rami-4-0/> >. Acesso em: 25 nov. 2022.
- FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- FAWCET, J. **The relationship of theory and research**. London: McGraw-Hill/Appleton & Lange, 2017.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2019.

GOBO JUNIOR, Paulo. **Um modelo de maturidade da Indústria 4.0 aplicado na cadeia de suprimentos**. Dissertação (mestrado profissional MPGC) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo. São Paulo, 2020.

GRINSPUN, Mírian P. S. Zippin. **Educação Tecnológica: desafios e perspectivas**. 2. Ed. São Paulo; Cortez, 2001.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 61512 - Controle de lotes - Parte 4: Registros de produção de lotes**. IEC, 2009. Disponível em: <<https://webstore.iec.ch/publication/5531>>. Acesso em: 15 jan 2023.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62264-1:2013´ - Integração do sistema de controle empresarial — Parte 1: Modelos e terminologia**. IEC, 13. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#!iso:std:57308:en>>. Acesso em: 15 jan 2023.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62890 - Industrial-process measurement, control and automation – Life-cycle management for systems and components**. IEC, 2020. Disponível em: <[https://webstore.iec.ch/preview/info\\_iec62890%7Bed1.0%7Den.pdf](https://webstore.iec.ch/preview/info_iec62890%7Bed1.0%7Den.pdf)>. Acesso em: 15 jan 2023.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC PAS 63088 - Smart manufacturing – Reference architecture model industry 4.0 (RAMI4.0)**. IEC, 2017. Disponível em: <[https://webstore.iec.ch/preview/info\\_iecpas63088%7Bed1.0%7Den.pdf](https://webstore.iec.ch/preview/info_iecpas63088%7Bed1.0%7Den.pdf)>. Acesso em: 15 jan 2023.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech, p. 13-78, 2013.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. São Paulo: Editora Papirus, 2012.

LANGE, Graham, LIN Fuhua. **Modeling Well Scheduling as a Virtual Enterprise with Intelligent Agents**. IEEE 17th International Conference on Computational Science and Engineering, 2017.

LAUDON, Kenneth C. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. São Paulo: Pearson, 2016.

LINS, Theo Silva. **CPPS retrofitting no contexto da Indústria 4.0**. [manuscrito]. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Computação. Programa de Ciência da Computação. Ouro Preto, 2020.

LYDON, B. **RAMI 4.0 Reference Architectural Model for Industrie 4.0**. International Society of Automation, 2019. Disponível em: <<https://www.isa.org/intechhome/2019/march-april/features/rami-4-0-reference-architectural-model-for-industr>>. Acesso em: 01 mar 2023.

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

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MEHL, V.O.; COSTA, D.D.; VALLE, P.D. **Adaptação de equipamentos tipo “Transfer” para conectividade na direção de um ambiente de manufatura 4.0**. XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu, 2020.

MELO, P.F.S.; GODOY, E.P. **Uma Análise do OPC UA em Face aos Requisitos do RAMI 4.0**. COBISA – CONGRESSOR BRASILEIRO DE INSTRUMENTAÇÃO, SISTEMA E AUTOMAÇÃO. Campinas, 2019.

MENDES, C.R.; BORTOLI, F.S.; COSTA, C. **INDUSTRIA 4.0 A DIGITALIZAÇÃO DA MANUFATURA: UM CASO DE ESTUDO**. Sinergia, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-35, jan./dez. 2021.

MOREIRA, Leandro. **Indústria 4.0: estudo da cadeia produtiva da madeira no paraná**. Curitiba, Universidade Tecnológica do Paraná, 2017.

MUCKENFUHS, Fábio. **Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento e Controle de Processos Produtivos a Partir do Conceito de IoT**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2020.

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

NEVES, C.C.B.; ASATO, O.L.; NAKAMOTO, F.Y. **Modelagem do sistema de planejamento e controle da produção utilizando as redes de Petri para integração da manufatura**. TAS Journal, vol. 3, n. 1, p. 64-77, Mar/2019.

PACCHINI, Athos Paulo Tadeu. **O grau de prontidão das empresas industriais para implantação da Indústria 4.0: um estudo no setor automotivo brasileiro**. Tese (doutorado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2019.

PISCHING, M.A. **Arquitetura para descoberta de equipamentos em processos de manufatura com foco na Indústria 4.0**. Tese de Doutorado (em Ciências). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PÚBLIO JÚNIOR, Claudemir. **O docente e o uso das tecnologias no processo de ensinar e aprender**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v.13, n.3, 2018.

RAPOSO, D. **Tecnologias na educação: inclusão digital**. In: Tendências atuais na educação. Curso de Pós-Graduação na Área de Educação. AVM Faculdades Integradas. Brasília, 2016.



RAVELLI JUNIOR, Joel. **Arquitetura de Dados baseada na RAMI 4.0 para Manufatura Flexível na Indústria 4.0**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica). Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Sorocaba, 2022.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. **A Complex View of Industry 4.0**. SAGE Open, p.1–11, 2018.

ROJKO, A. **Industry 4.0 Concept: Background and Overview**. Disponível em: <<http://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/7072/4532>>. Acesso em: 28 jan 2022.

SILVA, D.: **RAMI 4.0 – Tudo que você precisa saber sobre o Modelo de Referência para Arquitetura da Indústria 4.0**. *In: Logique, 2018*. Disponível em: < <https://www.logiquesistemas.com.br/blog/rami-4-0/> >. Acesso em: 25 nov. 2022.

SILVA, Marcos Nunes da; MENDANHA, José Francisco. **A importância da ferramenta tecnológica no contexto social e educacional**. Revista Científica do ITPAC, v.7, n.1, Pub.7, janeiro 2014.

SIQUEIRA, C. **A pesquisa de tendências – uma orientação estratégica no design de industrial**. In: Anais. 7 Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 2018.

SOSTER, Tatiana Sansone. **O USO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM: estudo de um curso superior na área de administração**. Dissertação (mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo. São Paulo, 2011.

TAKEY, S. **Internet das Coisas por brasileiros pela melhoria da eficiência da indústria brasileira**. 21º Seminário Internacional de Alta Tecnologia, Piracicaba, 6, Outubro 2016. 197-214.

TORRES, Jungley. **O avanço tecnológico e a imprescindível capacidade de conhecimento humano**. ACESSA, 2020. Disponível em: <<https://www.acesa.com/educacao/arquivo/noticias/2020/12/08-cadastramento-pre-escola-vai-ate-dia-14-juiz-fora/>>. Acesso em: 15 mai 2023.

VILAÇA, M. L. C. **Tecnologia e educação: introdução à competência tecnológica para o ensino online**. Escrita Revista do Curso de Letras da UNIABEU Nilópolis, v. 2, Número 5, Mai – Ago, 2011.

ZANELLA, André Luiz. **Metodologia da Pesquisa**. Editora XPTO, 2013.