



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

RÁGISON DA COSTA OLIVEIRA

**A INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DOS TCCs APRESENTADOS AO
CURSO ECAT-IFAM-CMDI NO PERÍODO DE 2018 A JULHO/2022**

MANAUS - AM
2022

RÁGISON DA COSTA OLIVEIRA

**A INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DOS TCCs APRESENTADOS AO
CURSO ECAT-IFAM-CMDI NO PERÍODO DE 2018 A JULHO/2022**

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

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

Manaus-AM
2022

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

RÁGISON DA COSTA OLIVEIRA

**A INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DOS TCCs APRESENTADOS AO
CURSO ECAT-IFAM-CMDI NO PERÍODO DE 2018 A JULHO/2022**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheira de Controle e Automação e aprovado em sua forma final pelo curso.

Manaus, 15 de Dezembro de 2022.

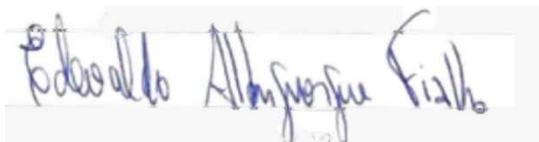
Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br AILTON GONCALVES REIS
Data: 16/12/2022 09:11:42-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis
Orientador



Prof. Dr. Edson Moura da Silva
Examinador 1



MSc. Edevaldo Albuquerque Fialho
Examinador 2

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48i	<p>Oliveira, Rágison da Costa.</p> <p>A indústria 4.0: um estudo bibliográfico dos TCC's apresentados ao curso ECAT-IFAM-CMDI no período de 2018 a julho/2022 / Rágison da Costa Oliveira. — Manaus. 2023.</p> <p>Monografia (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, <i>Campus</i> Manaus Distrito Industrial, Curso de Engenharia de Controle e Automação, 2023.</p> <p>Orientador: Prof.º Ailton Gonçalves Reis, Dr.</p> <p>1. Indústria 4.0. 2. IFAM-CMDI. 3. Engenharia de Controle e Automação. I. Reis, Ailton Gonçalves. II. Instituto Federal de</p>
------	---

Ao meu avô, Cícero Ferreira da Costa, pelo exemplo e por tudo que representou em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por toda sua benevolência e por permitir a conclusão de meus objetivos conforme sua vontade.

A minha mãe, Deusnete Alves da Costa, que me incentivou a sempre tentar ser alguém melhor e dedicou toda sua vida para que seus filhos fossem “alguém quando crescer”.

Aos amigos, em especial ao Lucas Gomes Flores e Edimar Soares Rodrigues Junior, que estiveram comigo nessa árdua jornada de grandes aprendizados e parceria durante esses tempos sombrios causados pela pandemia da COVID-19.

Ao professor e orientador Dr. Ailton Gonçalves Reis os meus sinceros agradecimentos por toda paciência e resiliência que teve comigo durante a minha jornada acadêmica.

Em especial a minha companheira, Evenny Khayla Weyne Almeida de Queiroz, por toda sua paciência e apoio durante a minha ausência. Por sempre estar ao meu lado me apoiando e me incentivando durante os momentos mais árdios e difíceis no qual sempre passamos juntos, principalmente por jamais medir esforços para me apoiar durante essa longa e difícil jornada acadêmica.

“A mudança é a lei da vida. E aqueles que apenas olham para o passado ou para o presente irão com certeza perder o futuro”.

(John Kennedy)

RESUMO

O mundo passa por inúmeras mudanças e paradigmas, a Indústria 4.0 é uma revolução que impactará tanto no meio industrial quanto ao social, no meio acadêmico já se iniciam as produções acadêmicas que abordam sobre essa temática. Ela traz consigo uma das interações jamais vista e tem como base algumas tecnologias como: Internet das Coisas, Manufatura Aditiva, *Test Beds*, *Big Data Analytics* e Inteligência Artificial. Este trabalho busca apresentar a academia como esses assuntos estão sendo abordados pelos acadêmicos do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFAM-CMDI em seus trabalhos de conclusão de curso. Os resultados mostraram que os autores utilizam ferramentas que são pilares da indústria 4.0, apesar de alguns não a abordarem sob todos os aspectos que a compõem no decorrer dos trabalhos estudados.

Palavras Chaves: Indústria 4.0; IFAM-CMDI; Engenharia de Controle e Automação; Trabalho de Conclusão de Curso.

ABSTRACT

The world is going through countless changes and paradigms, Industry 4.0 is a revolution that will impact both the industrial and the social environment, in the academic environment, academic productions that address this theme have already begun. It brings with it one of the interactions ever seen and is based on some technologies such as: Internet of Things, Additive Manufacturing, Test Beds, Big Data Analytics and Artificial Intelligence. This work seeks to present to the academy how these subjects are being approached by the academics of the Control and Automation Engineering course of IFAM-CMDI in their final works. The results showed that the authors use tools that are pillars of industry 4.0, although some do not address all the aspects that compose it in the course of the works studied.

Keywords: Industry 4.0; IFAM-CMDI; Control and Automation Engineering; Completion of Course Work.

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1 - Contexto da Industrialização entre as 4 Revoluções.....	16
Figura 2 - Integração da Indústria 4.0 com diferentes tecnologias	18
Figura 3 - Ano médio em que as mudanças são esperadas.....	21
Figura 4 – Pilares da Indústria 4.0	22
Figura 5 - Passos de Avaliação Interna Organizacional	23
Figura 6 - Esquema de Prototipação	24
Quadro 1 - Principais Mudanças Definidas pela Agenda da Indústria 4.0	28
Figura 7 - Benefícios do Brasil Mais Produtivo	24
Figura 8 - Processo de Implementação de nova tecnologia	25
Figura 9 – Startup Indústria 4.0	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantitativo de Trabalhos	33
Gráfico 2 - Frequência de Trabalhos Anualmente	34
Gráfico 3 - Frequência dos Pilares	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL OU INDÚSTRIA 4.0.....	16
2.1 ALGUMAS ESPECIFICIDADES.....	16
2.1.1 Pilares da Indústria 4.0.....	19
2.2 A INDÚSTRIA 4.0 NO CENÁRIO BRASILEIRO.....	21
2.2.1 Fases da Indústria 4.0 no Brasil.....	22
2.2.1.1 1ª fase	22
2.2.1.2 2ª fase	22
2.2.1.3 3ª fase	23
2.2.1.4 4ª Fase – Brasil mais Produtivo (B+P)	24
2.2.1.5 5ª Fase – Test Beds.....	25
2.2.1.6 6ª Fase – Startups Indústria 4.0	26
2.2.1.7 7ª Fase – Mercado de Trabalho e Indústria 4.0	27
2.2.1.8 8ª Fase – Regras do Jogo.....	27
2.2.1.9 9ª fase - Financiabilidade para uma Indústria 4.0	28
2.2.1.10 10ª Fase – Comércio Internacional 4.0	29
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	30
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	33
4.1 AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS SELECIONADOS.....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A primeira revolução industrial iniciada em meados do século XVIII na Grã-Bretanha e marcou a transição de mudanças dos modelos sociais e das cadeias produtivas da época. Sendo assim, as mudanças que impactaram não apenas o cenário econômico, também o aumento da produtividade e a vida cotidiana das pessoas. Desde essa época a indústria vem passando por mudanças e transformações tanto no seu sistema de produção, quanto no modelo de gestão (SANTOS et al.,2018).

Nos últimos anos o desenvolvimento nas áreas de tecnologia e sua interação com os processos produtivos cada vez maior e tem trazido inúmeros benefícios para a indústria. É amplamente perceptível que novas as tecnologias estão remodelando os processos produtivos a integração da automação existente junto com as novas tecnologias da informação. Nesse sentido as atividades da Indústria 4.0 representa uma iniciativa para aplicar tecnologias de Internet das Coisas (IoT)¹ para o contexto de produção industrial (CHENG et al.,2015).

Para Hermann et al. (2016), diante dos mais novos desenvolvimentos tecnológicos e de um cenário que busca ainda mais produtos personalizados, maior qualidade e custos cada vez menores faz com que esse novo modelo industrial seja discutido em todo o mundo sob o viés da nova revolução industrial, a Indústria 4.0.

Sendo assim, a pergunta que norteia esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), pode ser assim apresentada: Como os alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFAM/CMDI estão abordando os conceitos e aplicações da Indústria 4.0 em seus trabalhos de conclusão de curso?

Na busca de repostas para esse questionamento hipotetizamos que diante do quadro de remodelação industrial que ocorre de modo mundial, é importante que os Trabalhos de Conclusão de Curso ao ECAT abordem a temática Indústria 4.0, uma vez que esse modelo está em amplo processo de inserção e definição do novo modelo produtivo que ora se nos apresenta.

Assim, esse TCC tem como objetivo geral o de “analisar os trabalhos de conclusão de curso dos alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal

¹ Do Inglês *Internet of Things*

de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas Campus Manaus Distrito Industrial que abordam os conceitos e aplicações da Indústria 4.0, sob o viés bibliográfico, tendo como recorte temporal o período de 2018 a julho de 2022.

Desse objetivo geral decorrem outros específicos, quais sejam: a) definir critérios para seleção de trabalhos sobre a Indústria 4.0; b) selecionar trabalhos de conclusão de curso pertinentes à Indústria 4.0; e, c) avaliar o contexto da aplicação da indústria 4.0 nos trabalhos dos autores; e d) discutir o conteúdo dos referidos trabalhos à luz dos conceitos que norteiam a Indústria 4.0;

Desse modo, se faz importante investigar como estão sendo aplicados as mudanças que a Indústria 4.0 está trazendo dentro da indústria manufatureira, de modo que essas aplicações impactam não somente dentro do âmbito industrial como também do social e, por isso, é de grande relevância conferir como os discentes do curso de Engenharia do Curso de Controle e automação do IFAM-CMDI estão abordando essa temática em seus Trabalhos de Conclusão de Curso.

Os referenciais teóricos seguem as ideias de autores que tratam da temática norteadora desse TCC, isto é, a Indústria 4.0, como por exemplo: Kargemann (2013), Schwab (2016), que discutem o surgimento, quais os seus impactos, quais pilares e fases que a compõem a Indústria 4.0.

A Metodologia respeita as características da pesquisa bibliográfica, que é compreendida como o levantamento de outros trabalhos já analisados, e publicados por meios eletrônicos e/ou impresso, em específico o Repositório do IFAM-CMDI.

Os resultados mostram que os alunos utilizam tecnologias relacionadas a Indústria 4.0, embora alguns não abordem ou se aprofundem nos conceitos que fundamentam essa temática, os trabalhos estudados alguma ou algumas tecnologias relacionadas a Indústria 4.0 e, sendo assim, podemos afirmar que seus trabalhos fazem parte do escopo tecnológico dessa revolução industrial.

Esperamos que esse trabalho possa contribuir positivamente para trabalhos futuros e que sirva como modelo para que eles autores abordem ainda mais no ambiente acadêmico sobre a indústria 4.0

Por fim, este TCC está formatado em cinco Capítulos, quais sejam:

O primeiro capítulo é essa própria Introdução, na qual são apresentadas todas as características da pesquisa, tais como: tema, delimitação do tema, problemática, hipóteses, dentre outras.

O segundo capítulo trata do referencial teórico abordando a Indústria 4.0, como os pilares, as fases e o cenário dela no Brasil.

O terceiro capítulo aborda a metodologia no qual foi explicado como obtemos as informações e os critérios selecionados para esta pesquisa.

No quarto são apresentados e discutidos os resultados encontrados nos trabalhos que serviram de base para o estudo.

Por fim, no último foram apresentadas as considerações finais com os pontos de vista sobre a pesquisa e sugestão para trabalhos futuros.

2 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL OU INDÚSTRIA 4.0

Esse Capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos e especificidades com relação a denominada Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, os quais subsidiarão as discussões apresentadas nesse TCC.

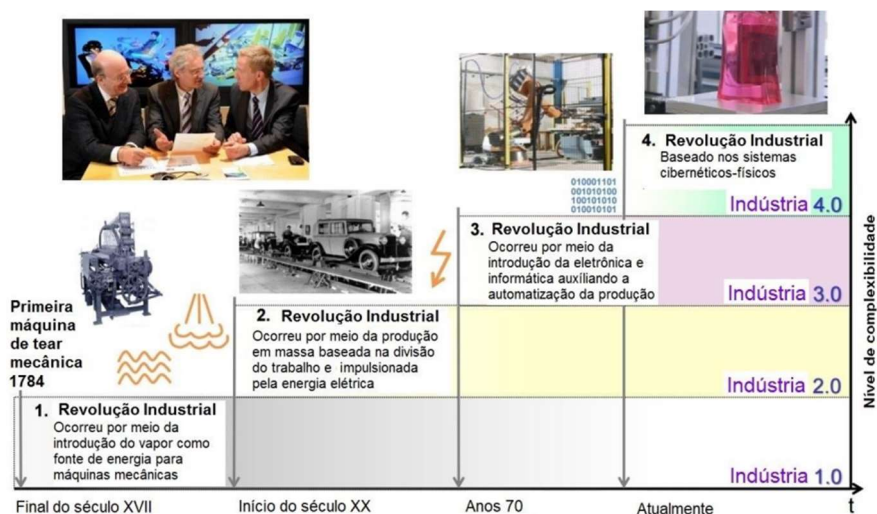
Considerando que o período em estudo apresenta duas denominações, neste Trabalho adotaremos o de Indústria 4.0 para denominá-lo.

2.1 ALGUMAS ESPECIFICIDADES

Para Lasi et al. (2014), o setor industrial sempre foi de extrema importância para o desenvolvimento econômico de países. Desde o início da indústria ela tem como objetivo especialmente o aumento da produtividade. Desse modo, a combinação de tecnologias avançadas e a internet está transformando o cenário industrial e está sendo chamada de Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0.

Na figura 1 é exposto o contexto histórico das revoluções industriais ao longo do tempo. Que se inicia em meados do século XVIII com o surgimento da máquina a vapor, em seguida há a evolução para a introdução da produção em massa, onde a posterior trata do uso da eletrônica auxiliando em toda a cadeia produtiva. Por fim, a Indústria 4.0 que se base em sistemas cibernéticos-físicos.

Figura 1 - Contexto da Industrialização entre as 4 Revoluções



Fonte: Wahlster (2016). Adaptado por: Danilo Goulart da Silva (2017).

A Revolução Industrial em questão teve início em uma feira de soluções tecnológicas no ano de 2011 organizada pela Empresa Deutsch Messe, conhecida como feira Hannover Messe na cidade de Hannover, contando com a presença de 400 empresas tanto alemães quanto estrangeiras que discutiam sobre as fábricas inteligentes e produção autônomas (INVENTTI, 2018).

Ainda na feira Hannover Messe teve um grupo de pesquisadores responsáveis por um projeto, financiado pelo governo alemão, que visava discutir estratégias no intuito de promover a informatização da manufatura, elaborando um relatório sobre os conceitos que são empregados pela Indústria 4.0, o qual foi apresentado no ano de 2012, e no ano seguinte foi publicado o trabalho final abordando o desenvolvimento da indústria 4.0 foi publicado (INVENTTI, 2018).

Os cenários da Indústria 4.0 requerem conhecimento e capacitação diversas áreas do saber. Segundo Schwab (2016), ela preconiza a necessidade de capacitação dos trabalhadores como um ponto fundamental para a adaptação das inovações que vieram de cada período industrial e, assim, tem como um de seus grandes propósitos, a obtenção de eficiência e produtividade com o intuito de reduzir custos operacionais, garantindo qualidade e segurança nos processos do meio industrial.

Ainda Schwab (2016) entende que a Indústria 4.0 também é a integração e a concordância de várias áreas do saber como: Engenharia Elétrica, Tecnologia da informação, Engenharia de produção entre outras.

Bahrin et al. (2016) apresenta como uma das características desse período a presença de novas tecnologias como *Big Data*² e Computação em Nuvem³. Essas características permitem a realização de captação, armazenamento e avaliação dos dados recebidos para que se possa ter mais apoio nas tomadas de decisões e otimizando operações, gerando economia de energia e permitindo também, que as pessoas envolvidas nesse processo produtivo tenham acesso a essas informações em qualquer lugar do mundo através de computador, *smartphone* ou *tablet*.

² É um termo que descreve o imenso volume de dados a uma empresa diariamente que pode ser analisado de modo que leve a melhores decisões e movimentos estratégicos de negócios (TOTVS, 2021).

³ Do inglês *Cloud Computing*

Entretanto, para Santos et al. (2018) a principal característica da Indústria 4.0 é a junção entre o mundo físico, virtual e biológico. De um modo mais prático se tem um produto que fornece sua localização, status, histórico e rota. Essas informações se tornaram mais fáceis de se obter a partir da chegada da Internet das Coisas⁴, pois, permite a conexão todos os dispositivos na rede internet possibilitando a troca de informações em tempo real.

Para Rotta (2017) a aplicação da Indústria 4.0 envolve o aumento da informatização no setor industrial, com máquinas e equipamentos totalmente integrados a rede de internet, de tal modo tudo pode ser gerenciado em tempo real e de lugares diferentes, integralizando inúmeras tecnologias, conforme descrito na Figura 2. Nesse quadro a inteligência artificial, robótica, análise de dados e a IoT atuam de forma integrativa com sensores que permitem a rastreabilidade e o monitoramento de todos os processos de modo que todas essas informações possam ser armazenadas em um grande banco de dados em nuvem, que é um armazenamento externo mantido por terceiros e uma alternativa ao armazenamento de dados no local.

Assim, uma vez armazenados de forma segura em um único local, esses dados podem ser gerenciados e utilizados pelos líderes, engenheiros, coordenadores e diretores de uma organização.

Figura 2 - Integração da Indústria 4.0 com diferentes tecnologias



Fonte: Rotta (2017)

⁴ Do inglês *Internet of Things (IoT)*

Consoante Kargemann (2013), a Indústria 4.0 está focada na criação de produtos inteligentes, procedimentos e processos, sendo cada vez menos propensas a interrupções e são capazes de fabricar mercadorias com mais eficiências. Sendo assim, as empresas conseguirão customizar produtos e serviços de forma lucrativa, conforme as peculiaridades exigidas pelos seus clientes. Então, essas organizações terão maior flexibilidade na produção e uma diminuição com retrabalhos e, além disso as alterações nos produtos poderão ser feitas a qualquer momento e as possíveis falhas também podem ser identificadas ainda durante a produção. (KARGEMANN, 2013),

Para Schwab (2016), as inovações dessa revolução estão apenas no início, mas se encontram na inflexão de seu desenvolvimento, pois elas constroem e intensificam umas as outras, se fundindo em três classes: digital, físico e biológico. Na física se encontra os veículos autônomos, manufatura aditiva, a robótica e os materiais oriundos da nanotecnologia (mais leve, fortes e adaptáveis). Na digital está o IoT e Inteligência Artificial (AI)⁵, e na Biológica encontra-se os sequenciamentos genéticos e a biologia sintética.

Essas classes são mais comumente conhecidas, por termos já mencionados: Internet das Coisas (IoT), Impressão 3D (Manufatura Aditiva), Computação em Nuvem, Fábricas Inteligentes, Big Data e Cyber Segurança, que serão abordadas posteriormente.

2.1.1 Pilares da Indústria 4.0

Os pilares da Indústria 4.0 podem ser definidos como os mais relevantes para a sua implementação e funcionamento, sendo os principais:

- IoT: Segundo Schwab (2016) ela pode ser definida como a relação entre produtos, serviços, lugares e pessoas por meio das plataformas digitais e tecnologias de conexão. Silveira (2017) entende que os sistemas a base da IoT são dotados de sensores e atuadores que são denominados Cyber-Físicos, os quais são considerados a base da Indústria.
- Cyber Segurança: Com o uso das tecnologias digitais a Cyber Segurança é de grande importância para garantir a privacidade, segurança dos dados e direito privado com relação aos seus produtos e tecnologias desenvolvidas. O maior êxito

⁵ Do inglês *Artificial Intelligence*

de um produto de alto nível tecnológico é a segurança, pois, um problema ou falha nesse quesito pode comprometer todo um trabalho que será desenvolvido (Silveira, 2017).

- Big Data *Analytics*: são grandes estruturas de dados e de alta complexidade que utilizam novos métodos para captura, análise e gerenciamento de informações. Aplicada a indústria essa tecnologia é estruturada em 6Cs como metodologia para lidar com as informações de acordo com seu grau de relevância e importância: *Cloud* (nuvem/dados por demanda), *Cyber* (modelo e memória), Conteúdo, Conexão (à rede industrial, sensores e CLPs), Comunidade (compartilhamento das informações) e Customização (personalização e valores) (SILVEIRA, 2017).
- Computação em Nuvem: são bancos de dados que podem ser acessados de qualquer lugar do mundo em milésimos de segundos através de dispositivos conectados à internet (RUBMANN et al., 2015).
- Robótica Avançada: uso de robôs cada vez mais adaptáveis e flexíveis, pois sua concepção estrutural e funcional é baseada em estruturas biológicas complexas, de modo que as funções dos robôs é a de exercerem atividades do cotidiano como tarefas domésticas (SCHWAB, 2016).
- IA: uma tecnologia que processa dados por meio de algoritmos, que tendem a se aperfeiçoar pelo seu próprio funcionamento (LOBO, 2017). Tendo diversas aplicações em plataformas já conhecidas como as redes sociais Facebook, Instagram, Twitter entre outras.
- Novos Materiais: para Schwab (2016), há novos materiais com características inimagináveis. Alguns deles são mais leves, mais fortes, recicláveis e adaptáveis. Ainda consoante ao mesmo autor, os avanços pertinentes a inovação dos novos materiais é de difícil previsibilidade para onde eles irão levar os processos industriais.
- Manufatura Aditiva: A manufatura aditiva é uma evolução da prototipação rápida, para a qual se cria um protótipo ou um produto físico a partir de um arquivo digital (CAD). Portanto, sua utilização extrapola a produção de protótipos, sendo que, esta técnica envolve o projeto de um componente em camadas sem o auxílio de moldes, a mesma utilizada nas Impressoras 3D comuns (ALBERTI et al., 2014) .

Na Figura 3 é mostrado um cronograma das expectativas de chegada dessas tecnologias no cotidiano da sociedade e das indústrias. Com o ano atual de 2022, ser um

ano de normalidade no uso de tecnologias de IoT e início do uso de impressão 3D para demais fins como por exemplo: médico, prototipação etc.

Figura 3 - Ano médio em que as mudanças são esperadas

2018	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Armazenamento digital para todos	Robos e serviços	Internet das coisas e para coisas	Tecnologias implantáveis em seres humanos	Onipresença da computação	Impressão 3D e produtos consumíveis	Carros sem motorista	Bit coin e o blockchain
		Roupas com internet	Big data para decisões	Impressão 3D e saúde humana	Inteligência Artificial e empregos	Inteligência artificial e decisões	
		Impressão 3D e a produção	Novas tecnologias para aprimoramento da visão	Casas com conectividade	Economia compartilhada	Cidades inteligentes	
			Nossa presença no sistema cibernético				
			Governos e o blockchain				
			Supercomputadores de bolso				

Fonte: *World Economic Forum* (2015). Adaptado por: Danilo Goulart da Silva (2017)

2.2 A INDÚSTRIA 4.0 NO CENÁRIO BRASILEIRO

Segundo Rotta (2017), a adoção de conceitos da Indústria 4.0 na matriz produtiva brasileira pode gerar uma economia de aproximadamente R\$73 bilhões ao ano.

A implementação da indústria 4.0 no Brasil vai necessitar de uma redução com relação aos entraves burocráticos e de infraestrutura tecnológica, similar ao que ocorreu, mesmo que tardiamente nos anos de 1990, com o objetivo de constituir a qualidade dos processos industriais (KUPFER, 2018)

Ainda consoante a Kupfer (2018), a nova revolução industrial ou Indústria 4.0 corresponde às inovações incrementais decorrentes da incorporação, principalmente de tecnologias já existentes ou existentes, como IoT e Manufatura Aditiva, de modo que algumas podem estar em seu ápice. Nessa realidade a Indústria 4.0 veio para integrar essas tecnologias. Sendo assim, seus desafios estão objetivando um plano de escala e massificação dessas tecnologias, sob o viés do desenvolvimento de uma abordagem de inovação.

2.2.1 Fases da Indústria 4.0 no Brasil

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) divide a Indústria 4.0 brasileira em dez fases, as quais serão descritas individualmente a seguir:

2.2.1.1 1ª fase

O ponto se inicia com a empresa compreendendo o conceito da indústria 4.0, visando avaliar seu estado atual e onde se pretende chegar.

Figura 4 – Pilares da Indústria 4.0

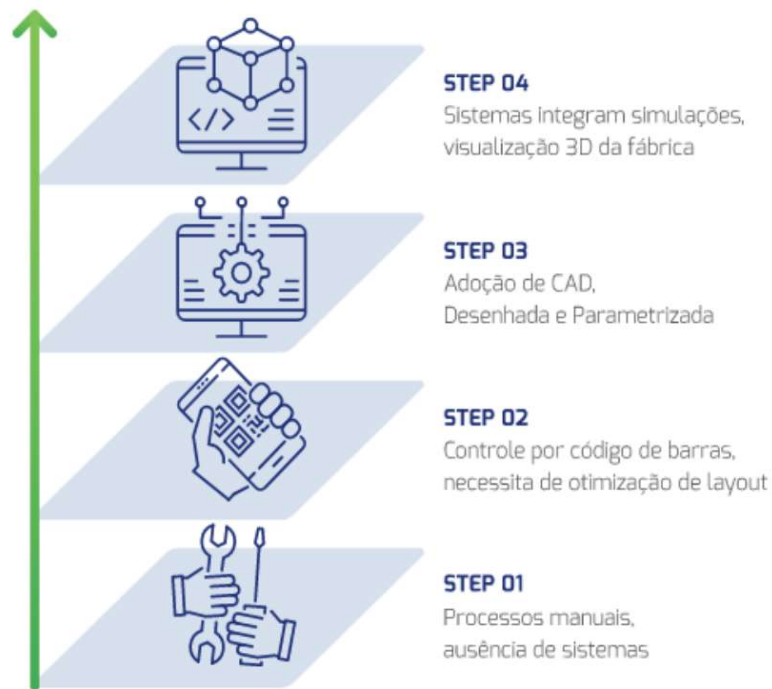


Fonte: ABDI (2017)

2.2.1.2 2ª fase

Fazer uma autoavaliação da organização que pode ser medido pelo seu grau de maturidade e pode também, definir a que ponto a empresa está para adentrar ainda mais na Indústria 4.0. A figura a seguir mostra os quatro passos que a empresa pode se encontrar no modo 4.0.

Figura 5 - Passos de Avaliação Interna Organizacional



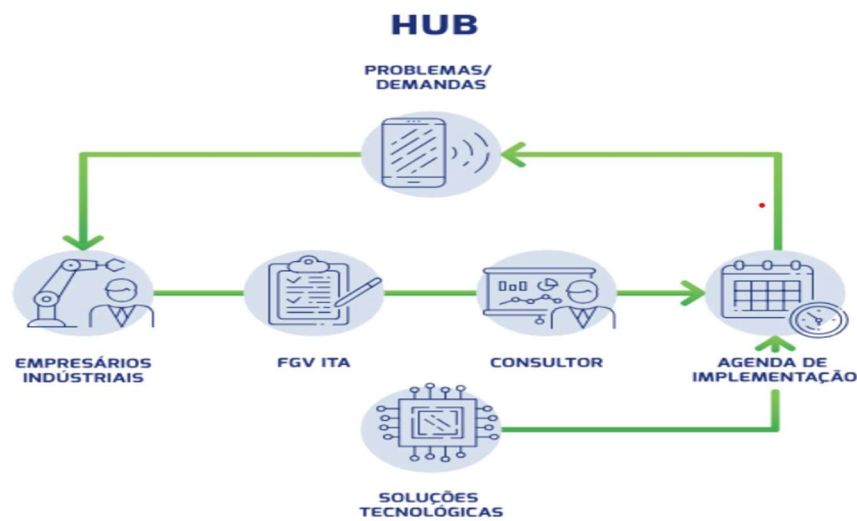
Fonte: ABDI (2017)

Cabe chamar atenção para o fato que após essa avaliação é de extrema importância procurar parceiros tecnológicos para que eles possam contribuir para o alavancar a empresa rumo ao modo 4.0.

2.2.1.3 3ª fase

Se inicia a com novos modelos de negócios como o HUB (*Historically Underutilized Business*), que é uma plataforma que visa agregar valor para as empresas. Esse modelo vem ascendendo a partir das inovações que a Indústria 4.0 traz consigo. Ela é integrada a uma plataforma de auto-avaliação, a qual permitirá que as empresas se conectem à provedores de tecnologia como uma das etapas primordiais para a modernização do parque industrial.

Figura 6 - Esquema de Prototipação



Fonte: ABDI (2017)

2.2.1.4 4ª Fase – Brasil mais Produtivo (B+P)

Com a digitalização cada vez mais forte no meio industrial, as grandes empresas com toda a sua robustez econômica e aporte para investimentos, já se encontram com uma digitalização em um estágio bem avançado. Desse modo, o programa Brasil Mais produtivo visa promover melhorias rápidas; a baixo custo e de grande impacto, a fim de promover a inicialização da digitalização de pequenas e médias empresas e inseri-las dentro do contexto de economia que a indústria 4.0 traz consigo (GOV, 2020).

Figura 7 - Benefícios do Brasil Mais Produtivo



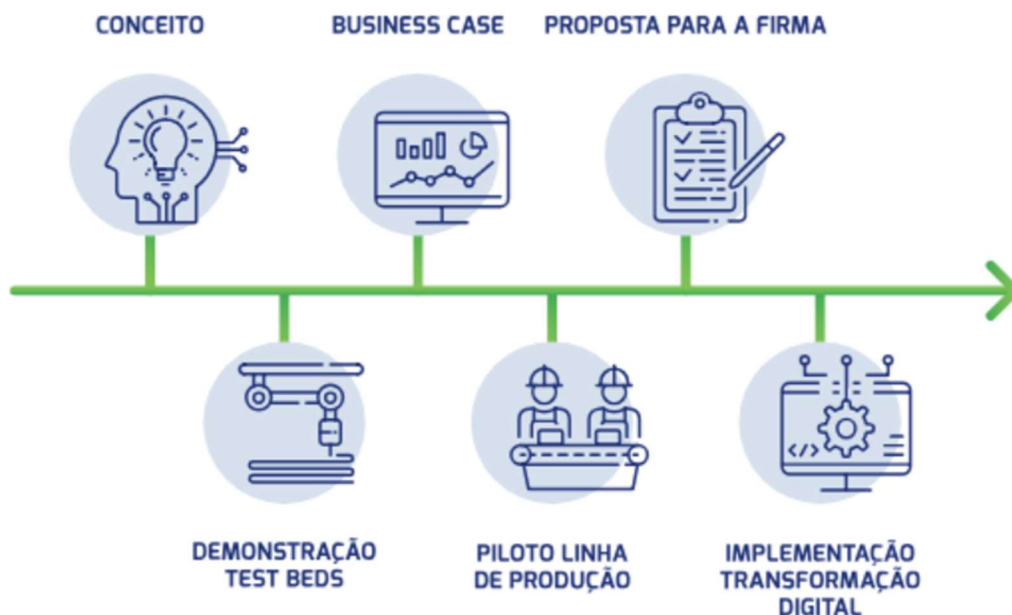
Fonte: ABDI (2017)

2.2.1.5 5ª Fase – Test Beds

As organizações, em sua maioria, almejam o desenvolvimento de novas tecnologias, tendo que lidar com os altos graus de incertezas e risco nesses empreendimentos. Desse modo, o caminho para industrialização 4.0 requer preparação por partes dessas empresas que seus colaboradores estejam capacitados e preparados para receber essas novas tecnologias oriundas da indústria 4.0. Sendo assim, os *Test Beds* (Traduzindo para o português: Fábricas para o futuro, é uma plataforma de avaliação controlada, baseada em métodos de referência onde as soluções desenvolvidas e testadas em um ambiente real (ADMIN, 2019).

Para Guterres (2021) é de extrema importância para o desenvolvimento dessas empresas que elas possam testar e prototipar esses processos de implantação das novas tecnologias da indústria 4.0.

Figura 8 - Processo de Implementação de nova tecnologia



Fonte: ABDI (2017)

2.2.1.6 6ª Fase – *Startups Indústria 4.0*

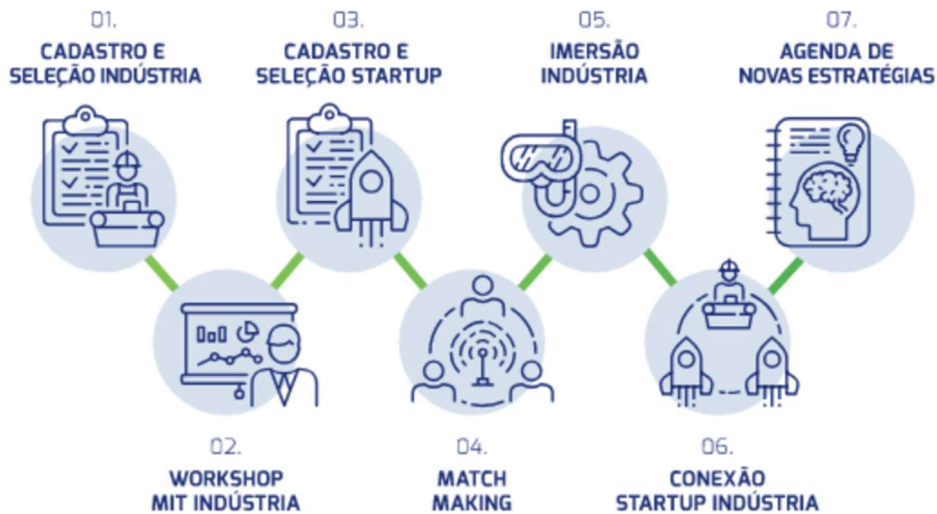
As *startups* têm impactado grandiosamente as empresas com novos modelos de negócios, gerando propostas que transformam um mercado ou setor existente, manipulando novas tecnologias que mudam rapidamente e alteram a forma de produção, comercialização e interação entre cliente e indústria.

Desse modo, os objetivos das *Startups Indústria 4.0* são crescer de maneira agressiva oferecendo produtos ou serviços inovadores com foco nas necessidades da indústria nacional visando transformar o parque industrial brasileiro nos moldes da indústria 4.0 (ABDI, 2018).

Contudo, a ABDI busca fomentar e criar ambientes entre indústrias e *startups* a fim de realizar uma promoção entre o desenvolvimento tecnológico de soluções a partir de necessidades da indústria, sobretudo promovendo a mudança cultural necessária para a inserção dos conceitos da Indústria 4.0 no Brasil.

A Figura 9 apresenta o escopo de como é feito o programa *Startups Indústria 4.0* realizado pela ABDI. Que se inicia com o cadastro e seleção entre as organizações que participam desse circuito, prosseguindo para o workshop abordando temas sobre a Indústria 4.0 e em seguida a seleção e cadastro de startup. Em seguida a fase de *Match Making* onde a indústria e a startup se juntam e iniciam a imersão dessa empresa no meio industrial e busca ter por resultado uma nova agenda de estratégias.

Figura 9 – Startups Indústria 4.0



Fonte: ABDI(2017)

2.2.1.7 7ª Fase – Mercado de Trabalho e Indústria 4.0

A indústria 4.0 irá impactar o mercado de trabalho, pois, ela torna os processos produtivos ainda mais autônomos, customizáveis e eficientes a partir de novas tecnologias. O perfil desse profissional passará por uma grande reestruturação, onde se fará necessário rever as competências e as qualificações desses profissionais para prepará-los para o mercado da indústria 4.0(ESEG, 2019).

2.2.1.8 8ª Fase – Regras do Jogo

É necessário definir as regras legais de forma adequada e dar condições básicas para que as empresas brasileiras migrem para indústria 4.0. A ABDI tem como objetivo fazer com que 18% das empresas tenham concluído suas jornadas para os modelos 4.0 em até 20 anos, contando a partir de 2022, fazendo uma série de medidas e recomendações para que se possa transformar o parque industrial nas próximas décadas (ADMIN_RS, 2018). Assim, a ABDI e o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços criaram em meados de 2018 a Agenda da Indústria 4.0 com os seguintes objetivos:

- fomentar iniciativas que facilitem o investimento privado;
- propor agenda centrada no industrial;

- conectar instrumentos de apoio existentes;
- levar maior volume de recursos para a ponta;
- testar, avaliar, debater e construir consensos por meio da validação de projetos-piloto;
- medidas experimentais, operando com neutralidade tecnológica;
- por fim, equilibrar medidas de apoio para pequenas e médias empresas com grandes companhias.

Com relação os aportes legais, as principais reformas legais e infralegais que mais se destacaram são:

Quadro 1 - Principais Mudanças Definidas pela Agenda da Indústria 4.0

Robôs Colaborativos	atualização de diversas normas (NR-12, ISO 10218:1, 13849, por exemplo) para acelerar a robotização da indústria brasileira.
Polo Industrial de Manaus (PIM) 4.0	ajustes de instrumentos (PPBs, P&D, PPIs etc) para permitir que as empresas do PIM realizem investimentos na modernização e digitalização do seu parque industrial.
Privacidade e proteção de dados	aprovação de marco legal que garanta segurança jurídica à indústria em um contexto digital.

Fonte: Adaptado de Invest & Export Brasil (2018)

2.2.1.9 9ª fase - Financiabilidade para uma Indústria 4.0

De modo a pensar em como fomentar a aceleração ou geração de tecnologias, o GTI (Grupo de Trabalho Industrial), trabalha com inúmeros parceiros que incluem banco

públicos e privados no intuito de garantir várias opções de financiamentos acessíveis a distintas empresas e suas necessidades (ABDI, 2017).

2.2.1.10 10ª Fase – Comércio Internacional 4.0

O tema indústria 4.0 deverá ser inserido em todos os acordos comerciais brasileiros, sejam eles pelo bloco econômico do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) ou a nível bilateral, com destaque para negociações com o Canadá, México e União Europeia (INVEST & EXPORT BRASIL, 2018). Desse modo, a ABDI junto com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços apontam as seguintes ações para cumprir a Agenda da Indústria 4.0:

- a) Zerar alíquotas do imposto de produtos importados de inúmeros bens e insumos estratégicos para a indústria no futuro.
- b) Zerar alíquotas de imposto de importação de robôs industriais e colaborativos. Com isso a previsão de investimento nesse ramo é de pelo 200 milhões.
- c) Redução da alíquota do imposto de importação para as impressoras 3D e quais equipamentos relacionados a manufatura aditiva.
- d) Atrelamento do tema indústria 4.0 em acordos bilaterais entre o Mercosul e outros países, ou, entre o Brasil e outros países ou blocos como União Europeia, México e Canadá.

3 METODOLOGIA

A abordagem a pesquisa pode ser considerada qualitativa, pois a revisão foi baseada na análise de fontes bibliográficas buscando explicações em vários estudos de caso (GIL, 2015).

Conforme os objetivos, a pesquisa é caracterizada como bibliográfica, isto é buscamos os dados para este trabalho exclusivamente de fontes bibliográficas que já existem.

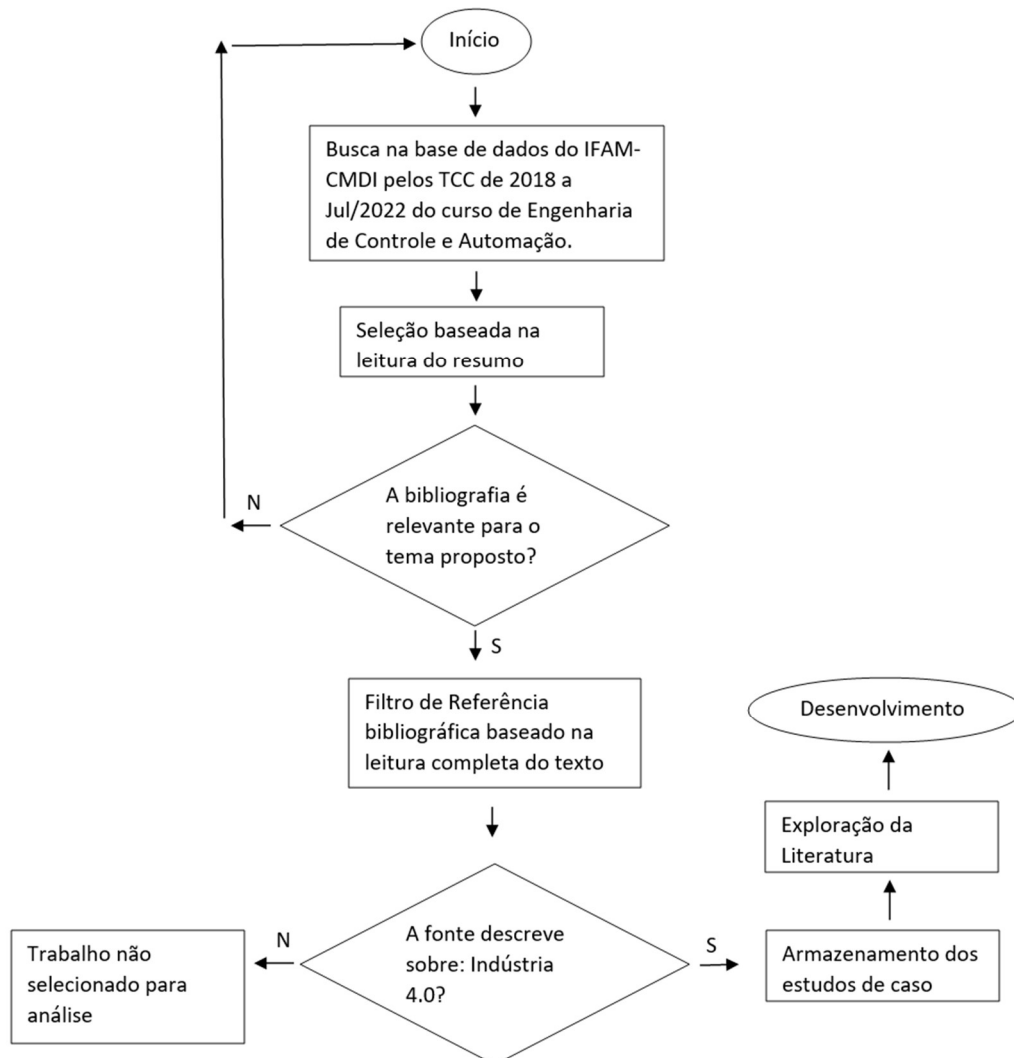
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realização deste trabalho foi desenvolvido uma revisão bibliográfica, baseada no banco de dados do Repositório do IFAM no intuito de explorar os trabalhos de conclusão de curso dos discentes de Engenharia de Controle e Automação do IFAM-CMDI que abordam e como abordaram sobre a Indústria 4.0.

A revisão de literatura ocorreu por meio da investigação e análise de informações contidas no banco de dados do Repositório do IFAM envolvendo o tema e com um recorte temporal de 2018 a julho de 2022, devido a previsão dos primeiros trabalhos de conclusão de curso virem a ser realizados e publicados.

Na Figura é apresentado o fluxograma com relação a progressão da pesquisa.

Figura 9 - Fluxograma de Revisão Bibliográfica



Fonte: O próprio autor (2022)

No processo de busca de dados, pesquisou-se no Repositório do IFAM os trabalhos de conclusões de curso aplicando alguns filtros de pesquisa: Campus Manaus Distrito Industrial e Engenharia de Controle e Automação.

Após a busca de informação, realizou-se uma pré-seleção dos trabalhos de conclusão de curso dos acadêmicos do IFAM-CMDI seguindo as seguintes condições: as

informações obtidas por meio do resumo dos trabalhos de conclusão de curso são relevantes? Os trabalhos de conclusão de curso atendem ao tema proposto?

Após a pré-seleção, realizou-se a leitura completa da bibliografia, definindo a seleção de abordagem referente a Indústria 4.0. Por fim, o conteúdo selecionado foi usado para embasamento teórico e desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

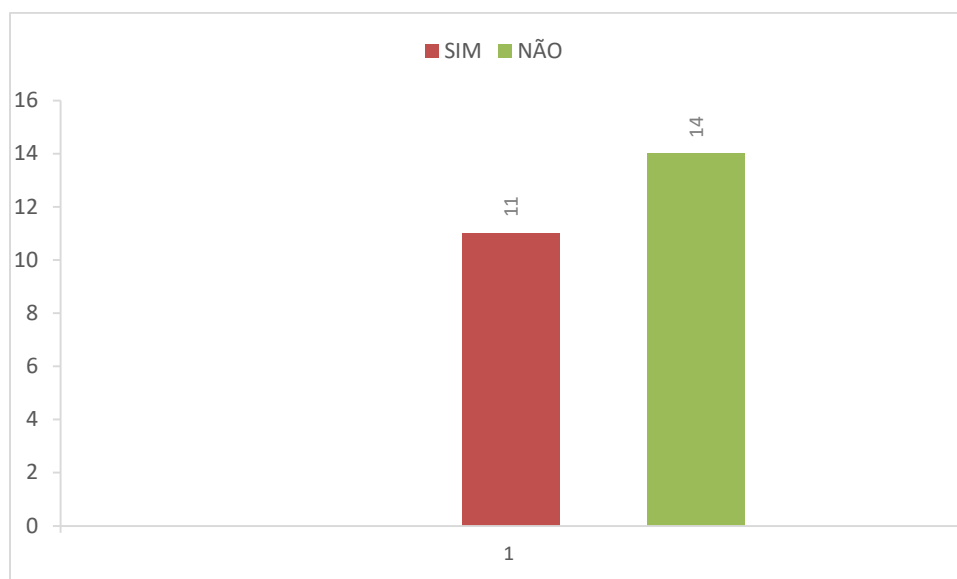
Com a definição da metodologia apresentada foi analisado quais publicações acadêmicas tiveram alguma abrangência envolvendo o tema da Indústria 4.0.

A falta de entendimento sistêmico sobre a Indústria 4.0 acaba resultando em uma enorme dificuldade em tratar sobre este assunto no meio acadêmico, o que consequentemente gera dificuldade na entrada do mesmo nas indústrias brasileiras (HERMANN et al., 2016).

Foram identificados vinte e cinco trabalhos de conclusão de curso dos acadêmicos de Engenharia de Controle e Automação do IFAM-CMDI. No primeiro momento foi feita a leitura dos resumos, atestando para a verificação de relevância para o tema proposto. E após esse filtro aconteceu a leitura completa dos trabalhos. Depois da leitura foi verificado que 11 trabalhos abordavam algum dos temas que abrangem a indústria 4.0.

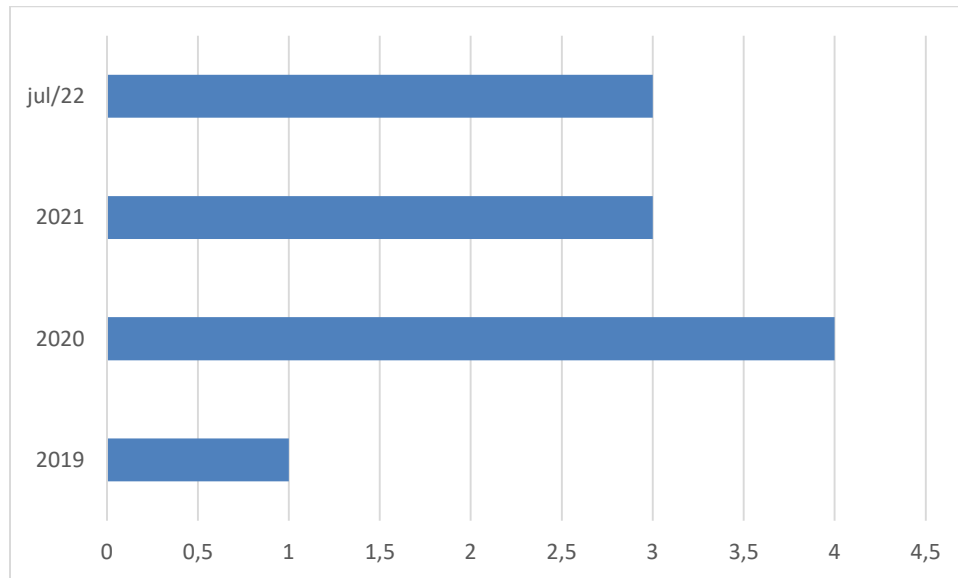
O Gráfico 1 tem por objetivo quantificar os números dos trabalhos que abordam ou não a Indústria 4.0 pelo discentes de Engenharia de Controle e Automação do IFAM-CMDI. De modo que onze trabalhos abordavam algum dos pilares do capítulo 2.1.1 ou conceitos sobre a Indústria 4.0. Enquanto os demais trabalhos não citavam nada pertinente a ela.

Gráfico 1 - Quantitativo de Trabalhos



Fonte: Dados da Pesquisa(2022)

Gráfico 2 - Frequência de Trabalhos Anualmente



Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

Consoante aos dados do Gráfico 2, houve uma queda no ano de 2021 em relação ao ano anterior, sendo no ano de 2020 houve 4 trabalhos que abordavam sobre a Indústria 4.0, enquanto no ano de 2021 somente 3 trabalhos abordaram sobre esse tema. Talvez esses dados se devam principalmente ao início dos casos da pandemia causada pela COVID-19⁶ no país, ocasionando uma pausa das atividades docentes e discentes com relação as aulas presenciais que pode ter contribuído para o início de uma decrescente no número de trabalhos acadêmicos no IFAM-CMDI.

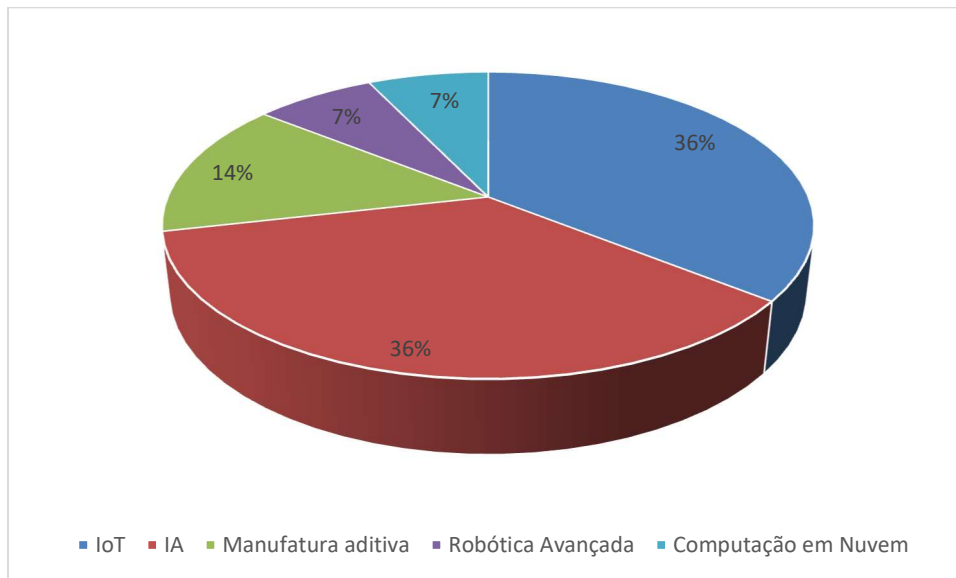
É importante destacar que no ano de 2022 analisado foi apenas até o mês julho, o que se leva a crer que atualmente, ou seja, após o período estudado, já pode ter havido um aumento de trabalhos que abordam a temática em estudo, isto é, a Indústria 4.0 .

Quanto a frequência dos pilares da Indústria 4.0 sendo abordadas pelos trabalhos investigados, como mostra o gráfico 2, foi quantificado que 38% dos trabalhos selecionados discorreram sobre IoT; 38% também aborda a IA; 14% aborda Manufatura aditiva; 8% trata da Robótica Avançada e 8% Computação em nuvem.

⁶ Covid-19: vírus que ocasionou uma pandemia e se perdurou por quase 2 anos, afetando o convívio social devido ao isolamento e distanciamento social como forma de tentar mitigar da propagação do vírus

Consoante aos dados percebeu-se que a frequência maior das discussões nos TCCs estudados se concentra na abordagem IoT e IA, representado cada um 36% da abordagem desse pilar, enquanto que Robótica Avançada, Computação em Nuvem e IA, representam 7%, 7% e 14% respectivamente, conforme descrito no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Frequência dos Pilares



Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

4.1 AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS SELECIONADOS

No ano de 2019 foi apresentado o primeiro trabalho de conclusão de curso dos acadêmicos de Engenharia de Controle e Automação do IFAM-CMDI. Esse primeiro trabalho abordou sobre a indústria 4.0 e foi defendido pelo acadêmico Bartolomeu Heber Pereira de Sá Barbosa, cujo título é: **Computador de bordo para bicicleta alimentada com alternador.**

Neste trabalho, o autor utiliza ferramentas de comunicação em tempo real entre dispositivos como as tecnologias Wi-Fi e Bluetooth através do microcontrolador ESP32 integrado a alguns módulos eletrônicos como sensores e conversores AC-DC. Como já abordado anteriormente no Capítulo 2, item 2.1.1 sobre o *IoT* um dos pilares da indústria 4.0, que é definida como a relação entre serviços, produtos e pessoas por meio de plataformas digitais e tecnologias de comunicação conforme definição de Schwab (2016), sendo apresentada como um dos pilares que mais marcam a Indústria 4.0.

Outro trabalho selecionado faz uso de IA para garantia da qualidade da montagem e inspeção visual de controles remotos, dessa forma a autora aplicou um dos pilares da Indústria 4.0 em um processo fabril. Este trabalho foi desenvolvido pela acadêmica Melissa Kerolin Mauricio de Moura, cujo título é: **Sistema de Inspeção Visual para identificação de controle remoto em linha de montagem.**

No trabalho a autora integrou uma câmera junto a sensores e atuadores, onde a câmera possui uma IA integrada para que seja possível fazer diferenciação entre quais controles estão aprovados ou não no decorrer do processo fabril.

Procurando fazer a identificação de controles remotos via algoritmos de IA que durante processo fabril para que seja aprovado ou não conforme os termos que garantam a qualidade daquele produto com o uso de ferramentas de inspeção visual que atua com o apoio da IA, que segundo Lobo (2017), é uma tecnologia que processa dados através de seus códigos programados, tendendo a se aperfeiçoar pelo seu próprio funcionamento.

Um único trabalho abordou o pilar da manufatura aditiva, como conceituado no Capítulo 2 item 2.1.1 sendo a evolução da prototipação rápida, tal qual é descrito por Alberti et. al.(2014), no qual o autor projetou e desenvolveu uma impressora 3D de baixo custo. Nesse trabalho ele aborda como a importância dos avanços tecnológicos propiciaram para o desenvolvimento do trabalho e das facilidades de prototipação com o uso da impressora 3D, no qual o autor destaca que o uso dinâmico da prototipagem 3D gera um dinamismo que poderá alterar o modo de operação das indústrias. Esse trabalho foi desenvolvido pelo acadêmico Leone Raulino Silveira, cujo título é: **3L PRINTER: Projeto e Desenvolvimento de uma impressora 3D de baixo custo baseado no processo de prototipação rápida.**

Um dos trabalhos selecionados foi o único também a abordar sobre a Robótica Avançada, como descrito no Capítulo 2, item 2.1.1 por Schwab (2016), que destaca esse pilar como o uso cada vez mais adaptativo e flexível da robótica. Mas, o autor utiliza a temática no meio acadêmico com ferramentas de ensino aprendizado. O autor aborda em seu referencial teórico a Indústria 4.0, mostrando seus impactos dela nas transformações sociais e destacando a importância das discussões sobre a temática no ambiente acadêmico. Esse trabalho foi desenvolvido pelo acadêmico Bruno Silva da Costa, cujo título é: **Um sistema robótico para promover o pensamento computacional.**

Em outro trabalho é abordado o uso de máquinas ou robôs que opera de forma automática. O autor não aborda sobre à Indústria 4.0 no decorrer de seu trabalho, mas, o desenvolvimento do seu trabalho é utilizando IA para atender problemas industriais no processo de manufatura, que é apresentado por meio de um ambiente de simulação. Nesse ambiente o autor apresenta as definições de processo e tomada de decisões durante o processo de manufatura que o software que ele utiliza consegue simular, tal qual Lobo(2017) no Capítulo 2, item 2.1.1 deste trabalho descreve que a IA é utilizada através de um algoritmo para processar dados e tomar decisões a partir deles. O trabalho utiliza as ferramentas da Indústria 4.0 por meio da simulação e é de autoria do acadêmico João Gabriel Santos Silva, sob título de: **Modelagem de processos críticos de manufatura utilizando linguagem de autômatos para liberação paramétrica.**

No trabalho desenvolvido pelo acadêmico Vinicius Rocha Lima da Silva, sob o título: **O uso da tecnologia em forma de aplicativo como melhoria para a logística reversa do lixo eletrônico**, é apresentado um aplicativo que permite que um cliente envie dados sobre o seu lixo eletrônico a um comprador e por meio deles seja iniciado uma negociação para que se possa discutir valores. Desse modo, ele utiliza um dispositivo para mandar informações a outros dispositivos, de modo que eles também possam interagir entre si e que seja possível um acompanhamento em tempo real dessas informações. Descrevendo essas atividades é possível identificar que ele aborda um dos pilares da indústria 4.0, a IoT, pilar dissertado no Capítulo 2, item 2.1.1, tal qual Schwab (2016) defende que esse pilar é a relação entre produtos, serviços e pessoas através do meio digital. E, apesar do autor não abordar conceitualmente sobre o *IoT*, ele o aplica experimentalmente em seu trabalho.

O acadêmico Wendel da Costa Prado, desenvolveu um trabalho com uso de IA, cujo título é: **Desenvolvimento de um sistema de inspeção de componentes utilizando técnicas de visão computacional.** Nesse trabalho o autor desenvolve um algoritmo para identificar componentes em placas eletrônicas, sem a intervenção humana, e tomar decisões acionando um painel onde exibe onde o erro foi localizado na placa de circuito impresso. O autor não cita a Indústria 4.0, mas, no desenvolvimento de seu trabalho ele utiliza um dos seus pilares, a IA, que de acordo com o Capítulo 2, item 2.1.1 tal qual Lobo (2017) aborda em seu trabalho, o autor desenvolveu essa aplicação através de um algoritmo para processar os dados que ele coletou para atender a finalidade de sua pesquisa. O autor destaca a importância do uso de inspeção automática e como isso pode

tornar-se uma grande ferramenta de qualidade que pode garantir uma melhora no setor produtivo das indústrias.

No trabalho desenvolvido pelo acadêmico Francisco Ferreira da Silva Neto, cujo título é **Sistema remoto de automação residencial com recursos de computação em nuvem**. O autor aborda sobre IoT e Computação em nuvem em seu referencial teórico, abordando sobre os princípios de funcionamento e sobre as formas em que podem ser aplicados, sendo que ambos esses pilares são utilizados para o desenvolvimento de seu projeto, de modo que a maneira como ele aplica essas tecnologias em seu trabalho, concordam com o abordado no Capítulo 2, item 2.1.1, conforme descrição de *IoT* por Silveira (2017) e Rubmann et al. (2015), no que tange a Computação em nuvem. O autor utiliza um microcontrolador para gerenciar iluminação, alarme e ar-condicionado através de protocolos de comunicação que são aplicados pelo *IoT* e utilizando bando de dados que estão espalhados pela rede internet para consumir os dados para manipular o acionamento dos dispositivos que ele visa gerenciar pelo microcontrolador.

Outro trabalho visa identificar tumores no ovário com uso de Rede Neural Artificial, que é uma das ramificações da IA. No decorrer do trabalho o autor discorre sobre as ferramentas de IA utilizadas para o desenvolvimento do trabalho e como ele montou seu banco de dados para alimentar e identificar os padrões dos tumores no ovário para que a IA fosse assertiva em relação ao resultado que essa tecnologia teria que gerar em relação ao diagnóstico dessa doença apesar desse trabalho não abordar diretamente os conceitos da Indústria 4.0, aplicando o uso de dados para integrar a IA e ser possível identificar a presença de câncer, o autor deste trabalho utiliza desta tecnologia devido a sua capacidade de auto aperfeiçoamento que ela é capaz de fazer através do algoritmo criado, tal qual esse conceito é defendido por Lobo (2017) no Capítulo 2, item 2.1.1 deste trabalho. Esse trabalho foi desenvolvido pelo acadêmico: João Paulo Santa Rita Neves, cujo título é: **Implementação do método de regressão logística na classificação de exames por espectrometria de massa quanto à presença de câncer do ovário**.

Um dos trabalhos propôs uma melhor comunicação entre servidores, professores e alunos por meio de plataformas de comunicação em tempo real. O ambiente idealizado pelo autor foi o próprio IFAM-CMDI. A autora propôs criar uma rede de comunicação em tempo real por meio da *IoT*, um dos pilares da Indústria 4.0, e a autora aplica essa tecnologia conforme a definição de Silveira (2017) abordado no Capítulo 2, item 2.1.1 deste

trabalho. A autor desenvolveu um sistema Web para mandar informações para um letreiro de LED através de uma ESP32, um microcontrolador. O autor também desenvolveu um suporte a partir de uma impressora 3D para o letreiro de LED utilizado para transmitir as informações. Apesar do trabalho abordar aplicações práticas de tecnologias que tangem a Indústria 4.0, a autora não aborda essa Indústria, nem sobre seus conceitos ou o impacto disso em seu trabalho, se restringindo apenas as aplicações das ferramentas que tangem a indústria 4.0. Esse trabalho foi desenvolvido pela acadêmica Nora Neyse Torres da Cunha, cujo título é: **Um sistema para comunicação nas dependências de instituições usando NODEMCU-VISION.**

No último trabalho selecionado o autor propôs uma aplicação no ambiente fabril. Nesse trabalho o autor visa identificar se dentro da caixa do produto acabado há ou não manual de instrução. Onde as ferramentas utilizadas para fazer essa identificação é feita por meio da imagem captada por uma Webcam se comunicando com outros dispositivos com um Controlador Lógico Programável e um Computador a partir de protocolos de comunicação *TCP/IP* na rede internet, o que caracteriza o uso de mais um pilar da Indústria 4.0, a IoT, tal qual Schwab(2016) destaca esse pilar como a relação entre produtos através do meio digital. Nesse trabalho ele aborda conceitos sobre IA e a própria Indústria 4.0, dos quais se destaca a conceituação desses temas e o sobre as aplicações que cada um deles visa. O autor apresenta uma abordagem em que as tecnologias utilizadas atualmente tendem a se direcionar ao que tange a Indústria 4.0, defendendo a relevância do seu trabalho com o uso de tecnologias que abrangem essa revolução industrial. Este trabalho foi desenvolvido por Lucas de Souza Marques, sob o título: **Sistema de detecção de objeto personalizado utilizando inteligência artificial.**

De forma geral os autores abordam os pilares da Indústria 4.0 e os utilizam no ambiente prático ou de simulação, apesar da maioria não focar muito os conceitos básicos; o histórico; as bases que a formam para construção do referencial teórico do trabalho. No entanto, é de fácil percepção a utilização e aplicação de pilares específicos dessa Indústria 4.0.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desse TCC nos fez perceber que o mundo assiste à alguns processos de Revolução Industrial, disponibilizada pela Indústria 4.0 que visa impactar não apenas o processo produtivo industrial, mas também, a forma como a sociedade interage e usa as tecnologias que são pilares desse movimento.

Assim, conforme esse processo vai tomando de conta do meio industrial e social tudo que se relaciona com essa temática, se tornará mais frequente as discussões no meio acadêmico, seja com citações em trabalhos de conclusão de curso, dissertações e até teses de doutorado.

O TCC também mostrou que o Brasil tem se inserido no processo de globalização e migração para Indústria 4.0, embora um tanto tardio, mas com avanços crescentes conforme houve avanços os Institutos e Universidades discutirão cada vez mais sobre Revolução Industrial que envolverá tanto as cadeias produtivas quanto as atividades cotidianas das pessoas.

Os objetivos propostos e a hipótese do trabalho foram alcançados, pois foi possível identificar que a maioria dos autores aborda a Indústria 4.0 de forma específica, ou seja, com o uso de algum dos pilares ou tecnologias que a abrange, mas, sem abordar a história, conceitos ou bibliografias sobre este tema.

A maioria dos alunos de ECAT aplica em seus trabalhos conceitos práticos e experimentais da Indústria 4.0. Como por exemplo, um dos alunos abordou o uso de uma rede de comunicação em tempo real, utilizando assim um pilar da Indústria 4.0, o IoT. Mas, não abordando conceitualmente sobre este pilar ou até mesmo sobre a Indústria 4.0, enquanto os demais que abordaram sobre esse tema, abordaram de forma resumida como definição e como estavam sendo aplicadas atualmente, ou seja, não se aprofundando com os conceitos e definição sobre o tema. Em suma os trabalhos abordam aplicações sobre os pilares da Indústria 4.0, não objetivando conceituar sobre eles, ou até mesmo sobre a própria Indústria 4.0.

Como possibilidade trabalho futuro podemos indicar a necessidade de realização de estudos sobre a evolução dessas produções no meio acadêmico de outros Campus do IFAM e observar como essa temática está sendo discutido e utilizada pela academia, pois

assim, poderá possibilitar uma melhor análise sobre a intensidade dessa temática no meio acadêmico.

REFERÊNCIAS

- ABDI, ABDDI. **Inovação, manufatura avançada e o futuro da indústria: uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo.** 2017.
- ALBERTI, Eduardo André; SILVA, Leandro João da; D'OLIVEIRA, Ana Sofia. **Manufatura aditiva: o papel da soldagem nesta janela de oportunidade.** Soldagem & Inspeção, v. 19, p. 190-198, 2014.
- ADMIN. **Education Testbed.** Industry 4.0 e EDP – UTFPT, 2019. Disponível em: <https://testbed-utfpr.com.br/educational-testbed/#page-content>. Acesso em: 29 de Nov. 2022.
- BAHRIN,M.; OTHMAN,F.;AZLI, N.; TALIB,M. **Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic.**Journal Teknologi, [s.l.], v. 78, n.6-13, p.137–143, 2016.
- BARBOSA, Bartolomeu Hebert Pereira de Sá. **Computador de bordo para bicicleta alimentado com Alternador.** 2019. 73 f. Monografia. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2020.
- Brasil Mais.** Gov.br, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/futuro-produtivo-e-digital/brasil-mais>. Acesso em: 29 de Nov. 2022.
- Big Data.** TOTVS, 2021. Disponível em: Big Data: o que é, como funciona e como aplicar? - TOTVS. Acesso em: 25 de Nov. 2022.
- CAVALCANTE, Israely Marinho. **Indústria 4.0 e suas Perspectivas Futuras para O Brasil: Uma revisão sistemática da Literatura,** 2019.
- CHENG, C.;GUELFIRAT, T.; MESSINGER, C.; SCHMITT, J.; SCHNELTE, M.; WEBER, P. **Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies.**In: EUROPEAN SOFTWARE ENGINEERING CONFERENCE AND THE ACM SIGSOFT SYMPOSIUM ON THE FOUNDATIONS OF SOFTWARE ENGINEERING, 10., 2015, Bergamo. Proceedings...Nova York: ACM New York, 2015. p.1010–1013.
- COSTA, Bruno Silva da. **Um sistema robótico para promover o pensamento computacional.** 2021. 53 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2021.
- CUNHA, Nora Neyse Torres da. **Um sistema para comunicação nas dependências de instituições usando NOMENCU - VISION.** 2020. 69 f. Monografia. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2020.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p. Disponível em: . Acesso em: 01 Dez. 2022.
- ESEG. **Indústria 4.0 – Como os avanços tecnológicos mudam o perfil do Engenheiro.** ESEG, 2019. Disponível em: <https://blog.eseg.edu.br/industria-4-0/#:~:text=Uso%20mais%20eficiente%20dos%20recursos%20Hoje%2C%20o%20mercado,eficientes%20atrav%C3%AAs%20de%20tecnologias%20como%20a%20Intelig%C3%Aancia%20Artificial>. Acesso em: 29 de Nov. 2022

GOULART DA SILVA, Danilo. **Indústria 4.0: Conceitos, tendências e desafios**. 2017. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia. Automação Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review**. In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 49., 2016, Estados Unidos. Proceedings... Washington, DC: IEEE Computer Society, 2016. p. 3928–3937.

Invest & Export Brasil. **MDCI e ABDI lançam Agenda Brasileira para a indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial**. Invest & Export Brasil, 2018. Disponível em: <http://www.investexportbrasil.gov.br/mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-industria-40-no-forum-economico-mundial#:~:text=A%20Agenda%20Brasil%204.0%20contempla%20a%20aproxima%C3%A7%C3%A3o%20entre,nascentes%20desenvolvam%20solu%C3%A7%C3%B5es%20tecnol%C3%B3gicas%20para%20as%20ind%C3%BAstrias%20nacionais>. Acesso em: 29 de Nov. de 2022.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: final report of the industrie 4.0**. Frankfurt, Alemanha, 2013

KUPFER, David. A Indústria nos Próximos 10 anos. GIC-IE/UFRJ, 2018.

LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H.G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. **Business & information systems engineering**. The International Journal of WIRTSCHAFTSINFORMATIK, [s.l.], v.6, n.4, p.239-242, 2014.

LOBO, Luiz Carlos. Inteligência artificial e medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 41, p. 185-193, 2017.

MARQUES, Lucas. **Sistema de detecção de objeto personalizado utilizando inteligência artificial**. 2020. 66 f. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial. Manaus, 2020.

MOURA, Melissa Kerolin Mauricio de. **Sistema de inspeção visual para identificação de controle remoto em linha de montagem**. 2021. 54 f. Monografia. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2021.

NEVES, João Paulo Santa Rita. **Implementação do método de regressão logística na classificação de exames por espectrometria de massa quanto à presença de câncer do ovário**. Manaus. 2021. 76 f. Monografia. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2021.

PRADO, Wendel da Costa. **Desenvolvimento de um sistema de inspeção de componentes utilizando técnicas de visão computacional**. 2022. 69 f. Monografia. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2022.

ROTTA, Fernando. **Indústria 4.0 pode economizar R\$ 73 bilhões ao ano para o Brasil**. ABDI, 2017. Disponível em : ABDI - Indústria 4.0 pode economizar R\$ 73 bilhões ao ano para o Brasil. Acesso em: 24 de Nov. 2022.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. The Boston Consulting Group: BCG, 2015.

SANTOS, B. P.; LIMA, T.D.F.M.; CHARRUA-SANTOS, F.M.B.; ALBERTO, A. **Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades**. Revista Produção e Desenvolvimento, Rio de Janeiro v.4, n.1, p.111-124, 2018

Startups Indústria 4.0. ABDI, 2018. Disponível em: <https://startupindustria.com.br/startup4-0>. Acesso: 29 de Nov. 2022.

SILVA, João Gabriel Santos. **Modelagem processo crítico de manufatura utilizando linguagem de autômatos para liberação paramétrica**. 2021. 77 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2019

SILVA, Vinícius Rocha Lima da. **O uso da tecnologia em forma de aplicativo como melhoria para a logística reversa do lixo eletrônico**. 2020. 36 f. Monografia. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2021.

SILVA NETO, Francisco Ferreira da. **Sistema remoto de automação residencial com recurso de computação em nuvem**. Manaus. 2022. 76 f. Monografia. (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2022.

SILVEIRA, C. B. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Citisystems. 2017. Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 29 Nov. 2022.

SILVEIRA, Leone Raulino. **3L printer: projeto e desenvolvimento de uma impressora 3D de baixo custo baseado no processo de prototipagem rápida**. 2020.78 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2020.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. Tradução: Daniel Moreira Miranda 1ª Ed. WEF, 2016.

WAHLSTER, Wolfgang. **Industrie 4.0: Cyber-Physical Production Systems for Mass Customization**. 2016. Disponível em: https://www.wolfgang-wahlster.de/wwdata/German-Czech_Workshop_on_Industrie_4.0_Prague_11_04_16/Industrie_4_0_Cyber-Physical_Production_Systems_for_Mass_Customizations.pdf . Acesso em: 30 Nov. 2022.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact**. 2015. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf. Acesso em: 30 Nov. 2022.