



**Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
Unidade Araxá**

Carolina Ribeiro Duarte

**Indústria 4.0:**

conjuntura dos cursos superiores e técnicos, em instituições de ensino do município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes

Araxá-MG  
2020

Carolina Ribeiro Duarte

**Indústria 4.0:**

conjuntura dos cursos superiores e técnicos, em instituições de ensino do município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Automação Industrial, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof. Me. Glaydson Keller de Almeida Ferreira

Coorientador: Prof. Me. Thiago Ferreira Querino

Araxá-MG  
2020

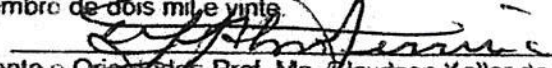


**Serviço Público Federal**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL / ARAXÁ**

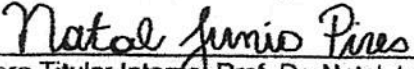
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC – ATA DE DEFESA**

**ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL da aluna CAROLINA RIBEIRO DUARTE**

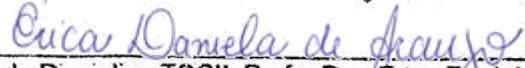
Às dezenove horas do dia vinte e seis de novembro de dois mil e vinte, reuniu-se, pelo Microsoft Teams, na turma "Trabalho de Conclusão de Curso", do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG/ Unidade Araxá, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso para julgar, em exame final, o trabalho intitulado "Indústria 4.0: conjuntura dos cursos superiores e técnicos, nas instituições de ensino do município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes", como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Me. Glaydson Keller de Almeida Ferreira, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, concedeu a palavra à candidata, Carolina Ribeiro Duarte, para a exposição de seu trabalho. Após a apresentação, seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Ultimada a arguição, a Comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Após a reunião da Comissão Examinadora, a candidata foi considerada: **APROVADA**, obtendo nota final de: 100/100 (cem pontos). O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão. A aluna, abaixo assinada, declara que o trabalho ora identificado é da sua autoria material e intelectual, excetuando-se eventuais elementos, tais como passagens de texto, citações, figuras e datas, desde que devidamente identificada a fonte original. Declara ainda neste âmbito, não violar direitos de terceiros. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou os trabalhos. A Profa. Dra. Érica Araújo, responsável pela disciplina "Trabalho de Conclusão de Curso II", lavrou a presente ATA, que, após lida e aprovada, será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Araxá, vinte e seis de novembro de dois mil e vinte.

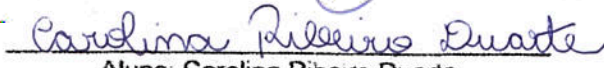
  
Presidente e Orientador: Prof. Me. Glaydson Keller de Almeida

  
Coordenador: Prof. Me. Thiago Ferreira Querino

  
Membro Titular Interno: Prof. Dr. Natal Junio Pires

  
Membro Titular Externo: Prof. Esp. Braz Dias de Andrade Júnior

  
Professora da Disciplina TCCII: Profa. Dra. Érica Daniela de Araújo

  
Aluna: Carolina Ribeiro Duarte

À minha mãe,  
que sempre me fez acreditar na realização dos meus sonhos  
e trabalhou muito para que eu pudesse realizá-los.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida, por iluminar os meus caminhos; por me dar forças para vencer os momentos difíceis; coragem para continuar superando as dificuldades e paciência para não me entregar ao desânimo diante das minhas fraquezas.

À minha mãe, Eneide, pela educação, pelo exemplo de persistência e de determinação e pelo amor incondicional que me fez forte e perseverante o bastante para vencer mais essa etapa.

Aos meus avós, que sempre estiveram presentes durante toda a minha vida, pelas orações e pelo amor a mim depositado.

Ao meu noivo, Salmo, pelo amor, pelo incentivo e por estar ao meu lado durante todo o percurso acadêmico nos bons e nos maus momentos.

Ao Prof. Me. Glaydson Keller de Almeida, meu orientador, por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa, pelos ensinamentos e pela dedicação a mim concedida ao longo dessa jornada.

Ao Prof. Me. Thiago, cuja contribuição foi imprescindível para a conclusão deste trabalho.

Aos professores Dr. Natal Junio Pires e Braz Dias de Andrade Júnior por aceitarem o convite para participar da banca de defesa desta monografia.

Ao CEFET-MG, seu corpo docente, direção e administração, que oportunizaram recursos, ferramentas e, principalmente, o aprendizado que carrego hoje.

À todos os meus amigos e colegas de curso, pelo apoio e pela amizade durante todo o caminho.

*O Senhor é o teu guarda, o Senhor é o teu abrigo, sempre ao teu lado. De dia, o sol não te fará mal; nem a lua durante a noite. O Senhor te resguardará de todo o mal; ele velará sobre tua alma. O Senhor guardará os teus passos, agora e para todo sempre.*

Bíblia (2005) – Salmo 120, 5:8.

## RESUMO

O termo Indústria 4.0, muito difundido na atualidade, surge com o advento da Quarta Revolução Industrial, marcada por alterações profundas nos sistemas de produção. Essas transformações decorrem da convergência de diversas tecnologias intrínsecas a essa nova concepção industrial, como, por exemplo, a *Internet* das Coisas e os Sistemas Físicos Cibernéticos, os quais possibilitam inúmeras aplicações que impactam tanto a sociedade em si, como toda a dinâmica dos processos produtivos por meio da aplicação das “Fábricas Inteligentes”. Para acompanhar essas mudanças, é necessário que o processo de ensino-aprendizagem nas universidades e nos cursos técnicos também se adaptem a essa nova conjuntura de forma rápida, no sentido de garantirem uma formação profissional adequada às novas exigências do mercado de trabalho. Em vista desse cenário, o objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é identificar, sob a ótica dos corpos docentes e discentes diante de instituições de ensino superior e técnico do município de Araxá-MG, o panorama da Indústria 4.0. Trata-se de uma pesquisa básica, no que tange à sua natureza e de um estudo exploratório e descritivo com relação aos seus objetivos. Quanto aos procedimentos técnicos adotados, este trabalho subdivide-se em três etapas: pesquisa bibliográfica específica, pesquisa documental e levantamento de campo. Este último foi realizado por meio da aplicação de questionários aos sujeitos da pesquisa, cuja abordagem de coleta e análise de dados utilizada foi quantitativa. A análise documental comprovou a hipótese desta pesquisa, uma vez que as grades curriculares e ementas ainda não contemplam, de forma efetiva, as tecnologias inerentes à Indústria 4.0. Já os dados coletados em campo apontam semelhanças e divergências entre as opiniões dos alunos e dos professores nas três instituições analisadas. Entre as semelhanças, destaca-se o reconhecimento entre docentes e discentes, acerca da importância do emprego de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Quarta Revolução Industrial. Formação profissional. Formação acadêmica. Educação 4.0.

## ABSTRACT

The term Industry 4.0, very widespread today, appears with the advent of the Fourth Industrial Revolution, marked by profound changes in production systems. These transformations result from the convergence of several technologies intrinsic to this new industrial conception, such as, for example, the Internet of Things and Physical Cyber Systems, which allow for numerous applications that impact both society itself and the entire dynamics of production processes. through the application of “Smart Factories”. To keep up with these changes, it is necessary that the teaching-learning process in universities and in technical courses also adapt to this new conjuncture quickly, in order to guarantee professional training adapted to the new demands of the labor market. In view of this scenario, the general objective of this course conclusion work is to identify, from the perspective of teachers and students before higher education and technical institutions in the city of Araxá-MG, the panorama of Industry 4.0. It is a basic research, regarding its nature and an exploratory and descriptive study in relation to its objectives. As for the technical procedures adopted, this work is divided into three stages: specific bibliographic research, documentary research and field survey. The latter was carried out by applying questionnaires to the research subjects, whose approach to data collection and analysis used was quantitative. The documentary analysis proved the hypothesis of this research, since the curriculum and menus do not yet effectively contemplate the technologies inherent to Industry 4.0. The data collected in the field, on the other hand, show similarities and divergences between the opinions of students and teachers in the face of the three institutions analyzed. Among the similarities, we highlight the recognition between teachers and students, about the importance of using enabling technologies of Industry 4.0 in the teaching-learning process.

**Keywords:** Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution. Professional qualification. Academic education. Education 4.0.



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Histórico da evolução da indústria no mundo .....	20
Figura 2 - Principais características da Indústria 4.0 .....	23

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Instituições de ensino e os seus respectivos cursos selecionados. ....	45
Quadro 2 - Exemplo da utilização da escala de Likert. ....	49
Quadro 3 - Exemplo da escala (ii) elaborada para esta pesquisa.....	49
Quadro 4 - Exemplo da escala (iii) elaborada para esta pesquisa.....	49
Quadro 5 – Mapeamento realizado por meio da pesquisa documental.....	60

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Quantidade de discentes participantes.....	53
Tabela 2 - Quantidade de docentes participantes. ....	54
Tabela 3 - Perfil dos discentes.....	54
Tabela 4 - Perfil dos docentes.....	55
Tabela 5 - Dados reais coletados (Bloco II, P1 a P12) - Discentes. ....	92
.Tabela 6 - Dados reais coletados (Bloco II, P1 a P12) - Docentes.....	94

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Conhecimento adquirido, pelos discentes da Instituição A, a respeito da temática Indústria 4.0. ....	62
Gráfico 2 - Intensidade com que os docentes da Instituição A afirmam ministrar aulas sobre Indústria 4.0. ....	62
Gráfico 3 - Conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição A acerca das tecnologias inerentes à Indústria 4.0. ....	63
Gráfico 4 - Intensidade que os docentes da Instituição A ministram a respeito das tecnologias inerentes à Indústria 4.0. ....	64
Gráfico 5 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição A, sob a ótica dos discentes. ....	65
Gráfico 6 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição A, sob a ótica dos docentes. ....	66
Gráfico 7 - A Instituição A prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos discentes). ....	67
Gráfico 8 - A instituição A prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos docentes). ....	67
Gráfico 9 - Nível de concordância dos discentes da Instituição A (Questão 15 - Apêndice B). ....	68
Gráfico 10 - Nível de concordância dos docentes da Instituição A (Questão 15 - Apêndice C). ....	69
Gráfico 11- Adequação dos planos de ensino da Instituição A à Indústria 4.0, sob a ótica dos discentes. ....	69
Gráfico 12 - Adequação dos planos de ensino da Instituição A à Indústria 4.0, sob a ótica dos docentes. ....	70
Gráfico 13 - Conhecimento adquirido, pelos discentes da Instituição B, a respeito da temática Indústria 4.0. ....	71
Gráfico 14 - Intensidade com que os docentes da Instituição B afirmam ministrar aulas sobre Indústria 4.0. ....	72
Gráfico 15 - Conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição B acerca das tecnologias inerentes à Indústria 4.0. ....	73
Gráfico 16 - Intensidade que os docentes da Instituição B ministram a respeito das tecnologias inerentes à Indústria 4.0. ....	74

Gráfico 17 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição B, sob a ótica dos discentes.....	75
Gráfico 18 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição B, sob a ótica dos docentes. ....	76
Gráfico 19 - A Instituição B prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos discentes). ....	77
Gráfico 20 - A Instituição B prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos docentes). ....	77
Gráfico 21- Nível de concordância dos discentes da Instituição B (Questão 15 - Apêndice B). ....	78
Gráfico 22 - Nível de concordância dos docentes da Instituição B (Questão 15 - Apêndice C). ....	79
Gráfico 23 - Adequação dos planos de ensino da Instituição B à Indústria 4.0, sob a ótica dos discentes.....	79
Gráfico 24 - Adequação dos planos de ensino da Instituição B à Indústria 4.0, sob a ótica dos docentes. ....	80
Gráfico 25 - Conhecimento adquirido, pelos discentes da Instituição C, a respeito da temática Indústria 4.0. ....	81
Gráfico 26 - Intensidade com que os docentes da Instituição C afirmam ministrar aulas sobre Indústria 4.0. ....	82
Gráfico 27 - Conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição C acerca das tecnologias inerentes à Indústria 4.0. ....	83
Gráfico 28 - Intensidade que os docentes da Instituição C ministram a respeito das tecnologias inerentes à Indústria 4.0. ....	84
Gráfico 29 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição C, sob a ótica dos discentes.....	85
Gráfico 30 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição C, sob a ótica dos docentes. ....	86
Gráfico 31- A Instituição C prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos discentes). ....	87
Gráfico 32 - A Instituição C prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos docentes). ....	87
Gráfico 33 - Nível de concordância dos discentes da Instituição C (Questão 15 - Apêndice B). ....	88

Gráfico 34 - Nível de concordância dos docentes da Instituição C (Questão 15 - Apêndice C). .....	89
Gráfico 35 - Adequação dos planos de ensino da Instituição C à Indústria 4.0, sob a ótica dos discentes.....	89
Gráfico 36 - Adequação dos planos de ensino da Instituição C à Indústria 4.0, sob a ótica dos docentes. ....	90
Gráfico 37 - Mapa comparativo (Bloco II, P1 a P12) – Discentes.....	93
Gráfico 38 - Mapa comparativo (Bloco II, P1 a P12) – Docentes.....	95
Gráfico 39 - Mapa comparativo (Bloco III, P13) – Discentes. ....	96
Gráfico 40 - Mapa comparativo (Bloco III, P13) – Docentes. ....	97
Gráfico 41 - Mapa comparativo (Bloco III, P14 a P16) – Discentes.....	98
Gráfico 42 - Mapa comparativo (Bloco III, P14 a P16) – Docentes. ....	99

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	3 dimensões
4D	4 dimensões
ABII	Associação Brasileira de <i>Internet</i> Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGV	Veículo guiado automaticamente
AMR	<i>Autonomous Mobile Robots</i> (Robôs móveis autônomos)
CAD	<i>Computer Aided Engineering</i> (Desenho assistido por computador)
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i> (Engenharia Assistida por Computador)
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> (Manufatura assistida por computador)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBQ	Ciberarquitetura
CCET/UFS	Centro de Ciência Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Sergipe
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i> (Manufatura Integrada por computador)
CLP	Controladores Lógicos Programáveis
CPS	<i>Cyber-physical systems</i> (Sistemas Físicos Cibernéticos)
ECT	Educação Científica e Tecnológica
EGC	Engenharia e Gestão do Conhecimento
FATEC	Faculdade de Tecnologia do Estado
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
FINDES	Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
IA	<i>Artificial Intelligence</i> (Inteligência Artificial)
IIoT	<i>Industrial Internet of Things</i> ( <i>Internet</i> das Coisas no Ambiente Industrial)
IoS	<i>Internet of Service</i> ( <i>Internet</i> dos Serviços)
IoT	<i>Internet of Things</i> ( <i>Internet</i> das Coisas)
MSE	Modelo Sistêmico de Educação
OPC-UA	<i>Object Linking and Embedding for Process Control</i> (Vinculação e incorporação de objetos para controle de processos)
PBL	Aprendizagem Baseada em Problemas
RA	Realidade Aumentada
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificação por Rádio Frequência)

RV	Realidade Virtual
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
TI	Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Indústria 4.0</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Educação diante da Indústria 4.0</b> .....	<b>34</b>
2.2.1	Competências e habilidades necessárias ao profissional da Indústria 4.0 .....	36
2.2.2	Docentes e o emprego de metodologias ativas na era da Indústria 4.0 .....	37
<b>2.3</b>	<b>Estudos Precedentes</b> .....	<b>41</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>44</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa</b> .....	<b>44</b>
<b>3.2</b>	<b>Unidades de análise e observação</b> .....	<b>45</b>
<b>3.3</b>	<b>Técnicas de coleta de dados</b> .....	<b>46</b>
<b>3.4</b>	<b>Estratégias de análise e tratamento de dados</b> .....	<b>50</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS</b> .....	<b>52</b>
<b>4.1</b>	<b>Apresentação Geral dos dados coletados</b> .....	<b>52</b>
<b>4.2</b>	<b>Análises e Interpretações</b> .....	<b>55</b>
4.2.1	Pesquisa documental.....	55
4.2.2	Pesquisa de Campo - Questionários .....	61
4.2.3	Mapa Comparativo .....	91
<b>4.3</b>	<b>Discussões dos Resultados</b> .....	<b>100</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>103</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusões</b> .....	<b>103</b>
<b>5.2</b>	<b>Limitações da pesquisa</b> .....	<b>104</b>
<b>5.3</b>	<b>Sugestões para trabalhos futuros</b> .....	<b>105</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DISCENTES</b> .....	<b>113</b>
	<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES</b> .....	<b>116</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria sofreu inúmeras transformações ao longo dos anos, com alterações profundas nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos, resultando nas chamadas Revoluções Industriais. Hoje, segundo Schwab (2016), vivencia-se a Quarta Revolução Industrial, em que “fábricas inteligentes” permitem a cooperação entre sistemas físicos e virtuais, de modo a criar novos modelos operacionais, além da total personalização de produtos. Isso ocorre devido ao surgimento de tecnologias habilitadoras que facilitam, cada vez mais, a realização de tarefas e de processos diante da indústria (COELHO, 2016).

Com toda essa tecnologia disponível, alterações consideráveis têm ocorrido, não só no seguimento industrial, mas também em diversos outros setores em que se constrói a sociedade (SCHWAB, 2016). A ordem é de total integração, desde o ambiente de produção, até os níveis de supervisão e gerência, estendendo-se também a outras indústrias. Com isso, ganhos enormes de tempo, devido à agilidade na tomada de decisões, e aumento da eficiência e da produtividade são alguns dos principais benefícios provenientes da Revolução Industrial atual (ALMEIDA, 2019; SACOMANO *et al.*, 2018).

Ante a esses benefícios, alguns desafios advindos da Indústria 4.0 se apresentam, os quais se relacionam às alterações nas formas de emprego e ao futuro do trabalho, conforme aponta Schwab (2016). Isso porque a Indústria 4.0 propicia às organizações uma nova dinâmica de trabalho, em vista da interconexão entre os processos que ela possibilita. Esse fato demanda dos profissionais conhecimentos específicos a esse novo cenário, os quais são essenciais nos currículos escolares. Sobre isso, o autor ressalta que a fusão das tecnologias digitais, físicas e biológicas aumenta o trabalho e a cognição humana, o que demonstra a necessidade de preparação da força trabalhista e de desenvolvimento de modelos de formação acadêmicos para lidar com e em colaboração com máquinas cada vez mais evoluídas. Ratificando essa afirmação, Schwab (2016, p.12) assinala que: “[...] a complexidade e a interconexão entre os setores implicam que todos os *stakeholders*<sup>1</sup> da sociedade global – governos, empresas, universidades e sociedade civil – devem trabalhar juntos para melhor entender as tendências emergentes”.

Revela-se, dessa forma, a necessidade de que o processo de ensino-aprendizagem nas universidades e nos cursos técnicos acompanhem esse processo de mudança global, a fim de

---

<sup>1</sup> *Stakeholders*: Em inglês, *stake* significa interesse, participação, risco. *Holder* significa aquele que possui. Assim, *stakeholder* significa parte interessada ou interveniente (SIGNIFICADOS, 2017).



garantir uma formação adequada aos discentes, voltada ao mercado de trabalho. Sabe-se que as publicações relacionadas ao tema “Indústria 4.0” aumentaram 250% (duzentos e cinquenta por cento) entre os anos de 2014 e 2016, conforme Sacomano *et al.* (2018). Contudo, a pesquisa na base de dados *Scopus*<sup>2</sup>, em um levantamento estatístico realizado no banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Scielo* e *Google Scholar*, com as palavras-chave “Indústria 4.0”, “Educação 4.0” e “formação profissional 4.0”, no período de 2013 a 2019, revelou a existência de apenas três trabalhos que investigam o tratamento dado à Indústria 4.0 em instituições de ensino brasileiras, quais sejam: Camargo e Mendonça (2017), Silva (2018) e Souza e Gasparetto (2018).

Diante desse cenário, pesquisas que exploram e evidenciam a situação das instituições de ensino perante a preparação de seu corpo discente para o mercado, diante da Indústria 4.0, ainda são escassas na literatura, o que evidencia a necessidade de um maior enfoque a essa temática, considerando sua importância para a sociedade, para as escolas e, principalmente, para as empresas como um todo. Assim sendo, do ponto de vista acadêmico, trazer para o centro das discussões informações sobre o que os docentes e os discentes de áreas afins compreendem e/ou concebem sobre o tema Indústria 4.0 apresenta grande valia, vez que os dados levantados podem oferecer informações relevantes para evidenciar como esse novo cenário é abordado em cursos de formação profissional técnica e de nível superior. Nesse sentido, emerge a questão de pesquisa deste trabalho: qual a conjuntura dos cursos superiores e técnicos nas instituições de ensino, no município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes, no que se refere à Indústria 4.0?

Ante a esse questionamento de pesquisa, o objetivo geral deste trabalho é: investigar o panorama da Indústria 4.0, diante das instituições de ensino superior e técnico, no município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes. Em face desse objetivo geral, este trabalho foi norteado pelos seguintes objetivos específicos:

- Mapear, por meio de pesquisa documental, as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 utilizadas na formação profissional nas instituições de ensino e nos cursos técnicos a serem analisados;
- Criar formulário específico, para ser utilizado nas pesquisas, tendo como base a revisão bibliográfica específica sobre os principais saberes e habilidades necessárias aos

---

<sup>2</sup> Base referencial da Editora Elsevier, Scopus é disponibilizada pelo Portal de Periódicos por meio do contrato Elsevier B. V/Scopus. Essa base indexa títulos acadêmicos revisados por pares, títulos de acesso livre, anais de conferências, publicações comerciais, séries de livros, páginas *web* de conteúdo científico (reunidos no Scirus) e patentes de escritórios (PERIÓDICOS CAPES/MEC, 2019).

profissionais diante da Indústria 4.0, bem como das características essenciais aos docentes e discentes na era da Quarta Revolução Industrial;

- Investigar as opiniões dos docentes a respeito da educação voltada para a Indústria 4.0 oferecida aos alunos e o quanto estes educadores estão familiarizados com o referido tema;
- Averiguar as opiniões dos discentes sobre o quanto eles se sentem preparados para esse novo mercado relativo à Indústria 4.0, bem como analisar os níveis de proximidade desses alunos com a temática abordada;
- Estabelecer um mapa comparativo entre os resultados obtidos para as instituições pesquisadas, contemplando os resultados convergentes da pesquisa com os corpos docente e discente;
- Identificar e transcrever o panorama da Indústria 4.0 nas instituições de ensino pesquisadas, no município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docente e discente.

É importante destacar já de início que, nesta pesquisa, o conceito Indústria 4.0 é aqui mobilizado como a atual Revolução Industrial que, segundo Murofushi e Barreto (2019), emergiu para criar fábricas inteligentes e modificar as relações entre homem e máquina. Em decorrência dessa Revolução, surgiu o conceito Educação 4.0, o qual, ainda de acordo com os autores, é empregado para mostrar como o sistema de ensino deve ser mais inovador e colaborativo e como a tecnologia pode ser uma aliada da educação. Da perspectiva adotada neste trabalho, esses conceitos não são sinônimos, cada qual possui significado e contexto de utilização distinto, embora não deixem de implicar um ao outro: a Educação 4.0 pode ser uma aliada para que o corpo discente seja preparado para lidar com a Quarta Revolução Industrial.

Ante ao delineamento de pesquisa ora apresentado, acredita-se que, por se tratar, o termo “Indústria 4.0”, de uma condição ainda muito recente, com origem em 2012 (FAUSTINO, 2016), entende-se, enquanto hipótese de pesquisa, que será encontrado cenário diverso, mas que, em sua maioria, ainda se apresentará em fase inicial de adaptação e de abordagem nas instituições de ensino a serem pesquisadas. A fim de se verificar a validade da hipótese aventada, fez-se necessária a concretização desta pesquisa, cuja proposta estruturou-se em três capítulos, além desta introdução e das considerações finais. O primeiro capítulo apresenta a revisão bibliográfica realizada, em que as principais características da Indústria 4.0 são abordadas, bem como discorre-se sobre trabalhos relacionados ao tema. Posteriormente, no terceiro capítulo, detalha-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo. E, por fim, no quarto capítulo, discute-se os dados coletados, analisando-os em vista dos objetivos antes apresentados em busca de uma conclusão acerca do assunto pesquisado.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, objetiva-se fundamentar os principais conceitos que dão embasamento ao tema estudado, de modo a contextualizar e a oferecer consistência à investigação proposta. De acordo com Lakatos e Marconi (2010), é de suma importância a correlação entre a pesquisa e o referencial teórico, para que se opte por um modelo de caráter interpretativo, no que se referem às informações e aos dados obtidos.

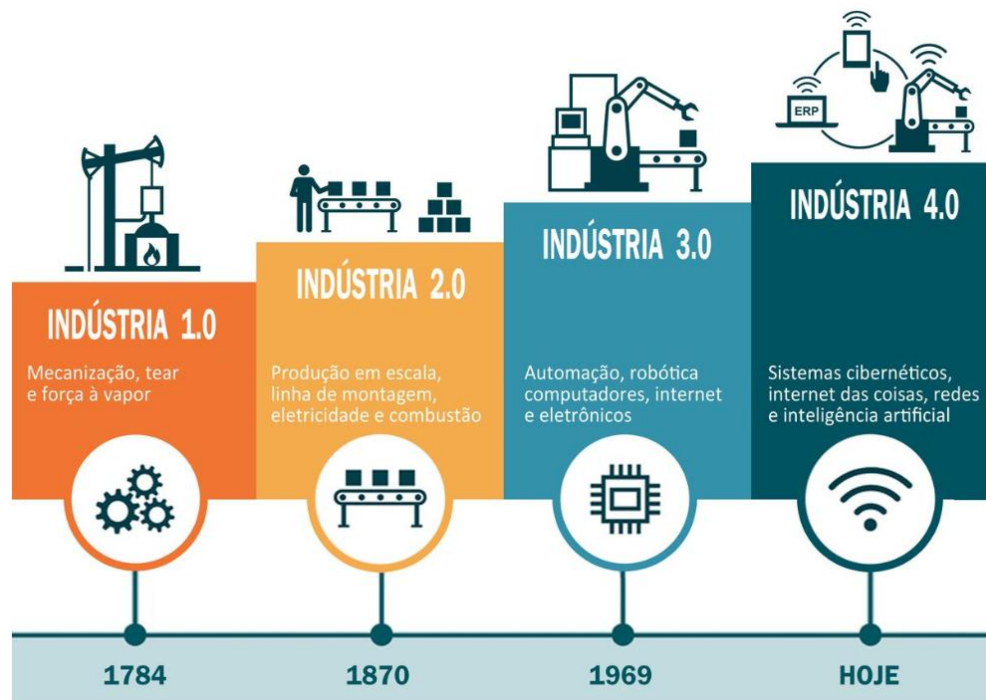
### 2.1 Indústria 4.0

A evolução da indústria, vista nos dias atuais, resume-se em Quatro Revoluções Industriais, quais sejam: a Primeira Revolução Industrial, que ocorreu no século XVIII, com o surgimento da máquina a vapor; a Segunda Revolução Industrial, iniciada no século XIX e finalizada no século XX, marcada pela descoberta da eletricidade e pela produção em massa nas linhas de montagem de Henry Ford; a Terceira Revolução Industrial, que se deu após a Segunda Guerra Mundial com o advento dos Controladores Lógicos Programáveis (CLP<sup>3</sup>) e da Tecnologia da Informação (TI), além do uso de sistemas computacionais e da robótica na manufatura; e, por fim, a Quarta Revolução Industrial, em que o alto grau de integração entre sistemas físicos e virtuais possibilita processos de produção totalmente autônomos (ALMEIDA, 2019). A Fig. 1 descreve graficamente a evolução dessas quatro revoluções e suas principais características.

---

<sup>3</sup> Segundo o IEC (*International Electrotechnical Commission*), um CLP é um “sistema eletrônico operado digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas” (CAMARGO; FRANCHI, 2008, p. 23).

Figura 1 - Histórico da evolução da indústria no mundo



Fonte: Anadi (2019).

Vale ressaltar que, diante da Indústria 3.0, a invenção do CLP proporcionou enormes avanços para a automação e para a robótica dos dias atuais, dispositivos esses tão utilizados na automação industrial que, segundo Camargo e Franchi (2008, p. 24), são capazes de “executar controle de vários tipos e níveis de complexidade”.

O termo “Indústria 4.0” foi discutido pela primeira vez em 2011, durante a Feira Industrial de Hannover, na Alemanha, tendo como objetivo inicial o aumento da competitividade da indústria alemã e a modernização da indústria local (ALMEIDA, 2019). Desde então, esse conceito vem sendo cada vez mais difundido em outros países e, atualmente, tornou-se uma tendência universal (SACOMANO *et al.*, 2018).

Segundo Almeida (2019), a última Revolução Industrial é conhecida como Indústria 4.0, a qual é caracterizada pela interconexão e integração de tecnologias da informação, de forma a permitir melhores parâmetros de produtividade, flexibilidade, qualidade e gerenciamento. Ainda de acordo com o autor, essa integração é o que possibilita a geração de novas estratégias e modelos de negócio para a indústria, caracterizando-se, portanto, em uma Quarta Revolução Industrial.

Apesar de o assunto ter sido debatido pela primeira vez em 2011, Stevan Júnior, Leme e Santos (2018, p. 37, grifo nosso) ressaltam que:

[...] na Quarta Revolução Industrial, **efetivamente iniciada** na segunda década do século XXI, mais exatamente **entre os anos de 2013 e 2016**, há a convergência de níveis importantes de sensoriamento, controle e inteligência artificial ornamentados por requisitos de comunicação e intercomunicação de forma maciça, estabelecidos globalmente.

Além de discorrerem sobre o início da Quarta Revolução Industrial, os autores ainda trazem informações metodológicas relacionadas à Indústria 4.0, ressaltando a convergência e a integração entre tecnologias dessa nova concepção industrial. Sacomano *et al.* (2018) corroboram com essa concepção de convergência e integração existente na Indústria 4.0 ao salientarem que empresas inteligentes utilizam um conjunto de tecnologias integradas, beneficiando-se da redução dos limites ou das barreiras entre os mundos virtual e físico, permitindo que máquinas e humanos trabalhem de forma colaborativa, por meio da utilização de sistemas de produção físicos-cibernéticos que integram esses dois mundos (físico e virtual) por meio da informática e da *internet*.

Assim sendo, o conceito “Indústria 4.0” engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle de dados e tecnologia da informação, aplicadas a processos de manufatura. Esse conceito foi delineado e contemplado no projeto estratégico de alta tecnologia do governo alemão (FAUSTINO, 2016) por meio da descrição de seis princípios básicos, a saber:

- **tempo real:** coleta e tratamento de dados de forma imediata, o que permite rapidez e qualidade na tomada de decisão;
- **virtualização:** cópia virtual da “fábrica inteligente” com o intuito de rastrear e monitorar todos os processos existentes;
- **descentralização:** capacidade de tomada de decisão pelas próprias máquinas, decorrente de características de auto ajuste, avaliação das necessidades da fábrica e informações sobre seus ciclos de trabalho;
- **orientação a serviços:** os *softwares* são orientados a disponibilizarem soluções, como serviços, a toda a indústria;
- **modularidade:** produção, de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção, oferecendo grande flexibilidade na alteração de tarefas;
- **interoperabilidade:** capacidade de comunicação entre sistemas *cyber*-físicos (tecnologia habilitadora da Indústria 4.0 detalhada, posteriormente, na alínea “c”), humanos e fábricas inteligentes por meio da *Internet* das Coisas (especificada na alínea “b”).

Além da conexão entre sistemas e máquinas inteligentes, Schwab (2016) aponta que descobertas inovadoras vêm ocorrendo, na área de sequenciamento genético, na nanotecnologia, nas energias renováveis relacionadas à computação quântica, entre outras áreas. De acordo com Schwab (2016), a fusão entre essas novas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos é o que diferencia a Indústria 4.0 das demais revoluções Industriais.

No contexto dessa nova Revolução, muito se identifica sobre a aplicação das chamadas “fábricas inteligentes”, que são fábricas em que dispositivos e sistemas se relacionam por meio de uma rede dinâmica, organizada de maneira inteligente e descentralizada, permitindo o gerenciamento autônomo de processos, a personalização de novos produtos e a criação de novos modelos operacionais (SCHWAB, 2016; STEVAN JR., LEME, SANTOS, 2018). Além disso, “fábricas inteligentes” permitem que o processo de produção seja realizado por meios digitais e aplicado em ambiente real, de forma que o trabalhador acompanhe tudo à distância, por meio da obtenção das informações de forma imediata (RODRIGUES, JESUS, SCHÜTZER, 2016). Isso demonstra que esse novo contexto industrial demanda novas habilidades e novos conhecimentos aos profissionais, uma vez que as “fábricas inteligentes” dispensam habilidades apenas operacionais e exigem, cada vez mais, trabalhadores críticos, conhecedores das novas dinâmicas e com capacidades estratégicas.

Para que o funcionamento das “fábricas inteligentes” seja efetivo, é necessária a aplicação de um conjunto de tecnologias relacionado a essa nova Revolução, denominado por alguns autores de: “tecnologias habilitadoras e/ou facilitadoras” (DALENOGARE, 2018), “principais pilares” (COELHO, 2016), “elementos formadores” (SACOMANO *et al.*, 2018) ou ainda como “fundamentos da Indústria 4.0” (ALMEIDA, 2019). Embora nomeado de formas distintas, esse conjunto de tecnologias compreende técnicas que constituem a base tecnológica e digital fundamental da Indústria 4.0, sem as quais esta não se configuraria (cf. SACOMANO *et al.*, 2018).

Dentre as principais tecnologias inerentes à Indústria 4.0, as mais citadas na literatura são: Sistemas Físicos-Cibernéticos, *Internet* das Coisas (IoT), *Internet* de Serviços (IoS), *Big Data*, Computação em Nuvem, Manufatura Aditiva, Inteligência Artificial (IA), Realidade Aumentada e Realidade Virtual, Simulação Computacional e Cibersegurança, conforme se ilustra na Fig. 2. Estas são as tecnologias habilitadoras mais citadas na literatura e que vêm direcionando o futuro da manufatura no Brasil e no mundo, garantindo agilidade e performance aos processos industriais. As principais tecnologias serão devidamente apresentadas nas seções que se seguem.

Figura 2 - Principais características da Indústria 4.0



Fonte: Activa Id (2019).

### a) Inteligência Artificial

De uma forma resumida, Inteligência Artificial, ou, em inglês, *Artificial Intelligence* (IA), segundo Sacomano *et al.* (2018), é a simulação da capacidade de raciocínio dos homens, de forma a controlar processos produtivos, resolver problemas de maneira eficiente e prover suporte à tomada de decisão. O pesquisador ainda completa essa definição do conceito dizendo que se trata de uma área de estudo que envolve a criação de sistemas computacionais, também conhecidos como “sistemas inteligentes”, capazes de agirem de forma muito similar ao ser humano e que, geralmente, incluem atividades como o reconhecimento de voz, a capacidade de aprendizagem, o planejamento e a resolução de problemas.

A Inteligência Artificial (IA) tornou-se possível a partir da integração de diversos fatores indispensáveis à automação industrial, como a utilização de sensores e de outras tecnologias presentes na Indústria 4.0. Cita-se, como exemplo: *Big Data*, *IoT (Internet das Coisas)*, *Cloud Computing* (Computação em Nuvem), dentre outras. Essa integração possibilita a aplicação de sistemas complexos capazes de correlacionar informações coletadas, buscando soluções assertivas para a resolução de problemas sem a intervenção humana, ou seja, a IA é fundamental para a Indústria 4.0, pois é ela que garante a produção autônoma nas fábricas.

Além disso, a IA possui uma ramificação conhecida como *machine learning*, que em português significa “aprendizado de máquina”. De acordo com Magnus (2018), trata-se de um

método de análise de dados que utiliza técnicas estatísticas específicas e uma infinidade de algoritmos para fazer previsões, com base em padrões encontrados em banco de dados. Ainda segundo o autor, a precisão na realização de uma tarefa cresce à medida que o sistema adquire maior experiência advinda de sua habilidade própria em aprender com a análise de dados. Alguns exemplos disso são:

- O filtro de *spam* da caixa de e-mail que, de forma automática, com o tempo, torna-se cada vez mais eficiente na tarefa de direcionar mensagens indesejadas para o lixo eletrônico (MAGNUS, 2018).
- O mecanismo de busca da Netflix que sugere os filmes/séries ao usuário de acordo com seus gostos e suas preferências pessoais (PRADO, 2016).

Enfim, esse é um sistema capaz de analisar dados históricos, retirar padrões existentes entre variáveis e assim aprender com eles.

#### **b) *Internet das Coisas (IoT) e Internet dos Serviços (IoS)***

Inúmeros conceitos relacionados à IoT são encontrados na literatura, sendo essa a tecnologia habilitadora mais citada pelos diversos autores referenciados neste trabalho. O que todos eles trazem em comum é que a *Internet das Coisas* ou *Internet of Things* (termo em inglês) trata da conexão à *internet* de objetos físicos e virtuais, fazendo com que esses objetos se tornem participantes ativos dos processos, sejam eles industriais ou de outros negócios (ALMEIDA, 2019; COELHO, 2016; RODRIGUES, JESUS, SCHUTZER, 2016; SCHWAB, 2016).

Sacomano *et al.* (2018) abordam o conceito, advindo da IoT, denominado “objetos inteligentes”, ou “*smart products*”, o qual designa elementos que passam a ter capacidade de processamento juntamente com a capacidade de conexão com a *internet*. O autor cita, como exemplo, um sensor que é capaz de identificar peças em uma linha de montagem e informar ao almoxarifado quantos componentes serão necessários na estação seguinte. Esse mesmo sensor pode ser capaz, ainda, de acionar diretamente a logística para a retirada do *pallet*, que recebe as peças produzidas por um equipamento industrial, por ter atingido um determinado número de peças produzidas.

Stevan Júnior, Leme e Santos (2018, p. 78) apresentam uma perspectiva industrial para a *Internet das Coisas*, isto é, *Industrial Internet of Things* (IIoT), que reúne múltiplos conceitos comuns ao ambiente industrial. Nas palavras dos autores:

[...] sua base está no novo uso de tecnologias atualizadas, como máquinas inteligentes (com capacidades de interpretação e aprendizagem), tecnologia



para transporte e tratamento para grande volume de dados (*Big Data Technology* – BDT), interconexão de diferentes redes de comunicação e incremento nos requisitos de segurança.

Um exemplo de aplicação industrial da IoT, conseqüentemente, dos “objetos inteligentes”, seria um sensor de temperatura inteligente que, por meio da sua capacidade de processamento, capta a temperatura do forno industrial, compara o valor da temperatura com valores pré-programados e, então, emite, por meio da *internet*, comandos para atuadores providenciarem a correção da temperatura do forno, sem qualquer intervenção humana (SACOMANO *et al.* 2018). Portanto, além de maior exatidão nas tomadas de decisão, visto que máquinas são menos propensas ao erro e totalmente imunes à distração, também há economia com encargos trabalhistas, embora esse aspecto possa ser visto como algo negativo dessa nova tecnologia, socialmente falando.

Uma extensão da IoT é a *Internet dos Serviços* ou *Internet of Services* (termo em inglês). Segundo Coelho (2016), a conexão à *internet* e a interação entre os objetos criam serviços de valores perceptíveis ao cliente, o que desperta um mundo de oportunidades e desafios. *Internet dos Serviços* é um campo de aplicação, possibilitado pela *internet*, em que novos serviços surgem da convergência entre o mundo real e a tecnologia digital (SACOMANO *et al.* 2018). Além disso, Sacomano *et al.* (2018) apontam que, à medida em que os preços de *hardware* e de *software* diminuem e o acesso à *internet* aumenta, cresce também a quantidade de usuários acessando serviços de diversas partes do mundo, ou seja, a IoS tende a expandir.

Um dos exemplos citados por Sacomano *et al.* (2018) para elucidar o campo estudado pela IoS é quando o usuário não encontra um produto sob o preço e as condições desejadas na *internet*. Isso faz com que um alerta seja estabelecido em um site para monitorar a rede, ao longo dos dias, até que se encontre o produto com as especificações ambicionadas e, assim, um aviso seja transmitido ao usuário. Ou então quando o usuário é alertado pelo celular que seu carro precisa ser revisado, o que gera a ida à concessionária e a conseqüente ordem de disponibilização dos itens a serem trocados durante a revisão. Enfim, no que tange à indústria, em vez de comprar uma máquina, pode-se comprar apenas o serviço que ela oferece ou ainda serviços de manutenção podem ser solicitados diretamente pelo próprio equipamento que deles necessita.

### c) Sistemas Físicos Cibernéticos

Sistemas físicos cibernéticos, ou, do inglês, *cyber-physical systems* (CPS), possibilitam a troca de informações, a execução de comandos e o acompanhamento remoto, em tempo real, de um processo produtivo, por meio da implantação de sistemas de informação e automação (SACOMANO *et al.*, 2018). Sobre esses sistemas, Benevento (2018 *apud* ALMEIDA, 2019) explica que o monitoramento e o controle dos processos físicos é possível porque as fases do processo de fabricação geram sinais de retorno para alimentar o sistema de computadores, o qual gerencia o referido processo. Esse sinal de retorno gerado configura uma forma de comunicação nesses sistemas, o que lhes garante maiores configurabilidades e escalabilidades se comparados a um sistema embarcado<sup>4</sup> comum, além da apresentação de maiores níveis de inteligência em sensores e atuadores e menores restrições de desempenho (POOVENDRAN, 2010 *apud* RODRIGUES, JESUS, SCHÜTZER, 2016).

O nível cibernético, segundo Almeida (2019), atua como uma central de informações recebidas de todas as máquinas conectadas. Conforme esse pesquisador, a partir de informações massivas reunidas, é possível extrair informações adicionais, como a capacidade de comparação, em que o desempenho de uma máquina pode ser comparado e avaliado entre as demais. Dessa forma, sistemas físicos cibernéticos tomam decisões mais seguras e sensatas, tendo como base a análise de dados de forma autônoma. Esse aspecto se caracteriza como uma das principais vantagens da virtualização, que compreende a descentralização dos processos decisórios.

### d) Segurança Cibernética (Cibersegurança)

Devido à enorme quantidade de dados que trafegam de forma *online* na rede, é essencial a segurança para proteger informações contra possíveis invasões. Assim, surge o conceito de Segurança Cibernética que, em tempos de Indústria 4.0, em que todas as áreas de um processo produtivo devem estar conectadas e integradas em uma rede de informações, “é fundamental

---

<sup>4</sup> Um sistema embarcado (ou sistema embutido) é um sistema microprocessado no qual o computador é completamente encapsulado ou dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla. Diferente de computadores de propósito geral, como o computador pessoal, um sistema embarcado realiza um conjunto de tarefas predefinidas, geralmente com requisitos específicos, já que o sistema é dedicado a tarefas específicas. Através da engenharia, pode-se otimizar o projeto, reduzindo tamanho, recursos computacionais e custo do produto (GERMANO, 2011).

para proteger sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que podem vir a causar transtornos na produção” (ALMEIDA, 2019, p. 28).

Os sistemas físicos cibernéticos, que integram a computação, a rede e os processos físicos, permitem a aquisição e a análise de dados em tempo real, bem como a transmissão desses dados, facilitando a tomada de decisão e a atuação remota por usar a *internet*. No entanto, essa tecnologia facilitadora implica em maiores cuidados dispensados à segurança cibernética, que visa oferecer segurança contra roubo ou dano ao *hardware* empregado na TI, ao *software* e às informações armazenadas nos sistemas (HUXTABLE, SCHAEFER, 2016 apud SACOMANO *et al.*, 2018).

Por essa razão, de acordo com Sacomano *et al.* (2018), estudos ainda estão sendo realizados para a criação de novos protocolos, a fim de buscar a segurança necessária para a operação plena da Indústria 4.0. Algumas iniciativas são apontadas pelos autores, como, por exemplo, um protocolo originado na Alemanha, denominado OPC-UA (*Object Linking and Embedding for Process Control*<sup>5</sup>), que garante funcionalidades quanto à segurança da informação, quais sejam:

[...] transporte, associado a um protocolo altamente encriptado; criptografia<sup>6</sup> de sessão, estabelecimento de segurança entre as partes; mensagens assinadas, a cada processo/comando um modo de rastreabilidade seguro na autenticação na unidade de processo; pacotes sequenciados; autenticação, protocolo de autenticação nativo da plataforma; controle de usuários e auditoria que promove o rastreamento das operações industriais com estabelecimento de *log* de controle (SACOMANO *et al.*, 2018, p. 132).

Ainda, de acordo com Sacomano *et al.* (2018), é essencial que as organizações possam conscientizar a todos os envolvidos para que estejam cientes dos riscos de segurança, a fim de protegerem o processo em si e toda a rentabilidade da empresa. Dessa forma, agrega-se valor, além de contribuir para o campo da segurança da informação.

Apesar de algumas dessas tecnologias e/ou características abordadas nas alíneas anteriores não serem algo originado exclusivamente da Indústria 4.0, Schwab (2016) afirma que elas estão ocasionando rupturas com relação àquelas que caracterizaram a Terceira Revolução Industrial, visto que a sofisticação e a integração das mesmas estão provocando modificações no âmbito político, econômico, social, acadêmico e mercadológico.

---

<sup>5</sup> Vinculação e incorporação de objeto para controle de processo – arquitetura unificada.

<sup>6</sup> Criptografia é um sistema de algoritmos matemáticos que codificam dados do usuário para que só o destinatário possa ler (FIORIM, 2015).

### e) *Big Data*

O mundo atual, marcado pela era da informação e do conhecimento, gera uma quantidade exorbitante de dados quando comparado ao volume emitido ao longo dos séculos passados. No ano de 2017, por exemplo, foram originados 2,5 quintilhões de *bytes* de dados por dia (DOMO, 2017 apud LOPES, 2020). A essa quantidade infindável de dados, dá-se o nome de *Big Data* (COELHO, 2016; SACOMANO *et al.*, 2018).

Stevan Jr., Leme e Santos (2018, p. 75) apontam que *Big Data* é uma tendência das tecnologias de informação e comunicação, cujo objetivo é processar grandes quantidades de dados, com o intuito de facilitar a obtenção de informações para a tomada rápida de decisão, como forma de aumentar a produtividade. Ainda segundo os autores,

[...] *Big Data* corresponde a grandes estruturas, normalmente instaladas em ambientes especializados, construídas para tratar dados estruturados e não estruturados de uma variedade de fontes, como textos, formulários, *blogs* da *web*, comentários, vídeos, fotografias, telemetria, GPS<sup>7</sup>, chat de mensagens instantâneas, notícias, e ainda as estruturas de produção industrial como rastreamento logístico RFID<sup>8</sup>, entre outros.

Como forma de esclarecimento a essa controvérsia de opiniões, se *Big Data* seria a quantidade de dados em si (cf. COELHO, 2016; SACOMANO *et al.*, 2018) ou o processo de tratamento de dados (cf. STEVAN JR., LEME, SANTOS, 2018), Machado (2018) explica que *Big Data* é o termo utilizado para denominar o enorme volume de dados presentes em meios digitais; já *Big Data Analytics* compreende a ferramenta responsável por identificar poderosos *softwares* capazes de processar conteúdos de várias áreas e também envolve as técnicas que objetivam transformar dados em informações úteis às organizações.

De acordo com SBCoaching (2019), aplicações do *Big Data* já podem ser visualizadas em diversos segmentos da sociedade, nas quais os dados estruturados e não estruturados são capturados e organizados pelas novas tecnologias, de forma a impactar positivamente nos setores. Cita-se, como exemplo, algumas áreas de aplicação e os seus respectivos impactos:

- Educação: viabiliza a criação de programas de ensino personalizados, de acordo com as competências dos estudantes;

---

<sup>7</sup> GPS - Sistema de Posicionamento Global.

<sup>8</sup> RFID - Identificação por rádio frequência.

- Saúde: reduz o custo dos tratamentos ao facilitar os diagnósticos baseados no histórico do paciente, facilitando a prevenção de possíveis epidemias, permitindo a detecção de doenças em seu estágio inicial;
- Governo: dados de uma nação inteira podem ser analisados para a elaboração de políticas públicas e melhoria dos serviços prestados, combate à corrupção e à sonegação de impostos, além de prevenção ao terrorismo;
- Mídia e entretenimento: o *Big Data* é precioso para prever os interesses da audiência e para melhorar a distribuição de mídia entre as plataformas;
- Transportes: permite um controle do tráfego muito mais preciso e reduz congestionamentos nos centros urbanos. Os dados ainda ajudam a prevenir acidentes e identificam as áreas de risco para se tomar as devidas providências;
- Bancos: analisam o comportamento dos clientes e criam soluções financeiras mais eficientes. Além disso, as informações podem ser usadas para promover a educação financeira dos clientes e detectar possíveis fraudes em transações;
- *Marketing*: auxilia na compreensão dos consumidores e no aprimoramento de estratégias;
- Indústria: (i) possibilita a criação de produtos e de serviços sob medida para atender as necessidades de cada público identificado, ampliando o potencial de captação e a satisfação dos clientes; (ii) permite a mitigação de riscos de modo eficiente, a partir das análises preditivas complexas do *Big Data Analytics*; (iii) facilita a visualização de cenários futuros e a adequação dos processos produtivos a essa realidade, resultando em um aumento expressivo da produtividade.

É claro que, devido à expansão dessa quantidade de dados disponíveis, profissionais aptos a gerenciá-los são também exigências dessa nova Revolução, uma vez que, em meio à era da informação e em tempos de Indústria 4.0, os dados são um dos maiores ativos de uma empresa.

#### **f) Computação em nuvem**

Computação em nuvem (*Cloud Computing*) é assim chamada dado que não se sabe a localização dos servidores que armazenam e processam os dados (SACOMANO *et al.*, 2018). Trata-se de um modo de armazenamento de grande quantidade de dados. Os recursos armazenados têm a capacidade de se adaptarem às necessidades do usuário, ou seja, é um

modelo que permite o compartilhamento desses dados em diferentes localidades (STEVAN JR.; LEME; SANTOS, 2018). Almeida (2019) e Sacomano *et al.* (2018), além de definirem esse termo, salientam que a computação em nuvem possibilita grande redução de custo e tempo, além de propiciar maior eficiência nos processos, uma vez que as informações e os dados podem ser acessados com facilidade de qualquer parte do mundo por meio da *internet*.

Dessa forma, a computação em nuvem é fundamental para o desenvolvimento tecnológico atual, pois fornece recursos, armazenamento e processamento de dados em escala para a Indústria 4.0 (BLOG2CLOUD, 2019). Ademais, em vista de sua flexibilidade e agilidade, fornece os recursos necessários para a tomada de decisão das organizações, o que evidencia alguns dos principais benefícios dessa característica intrínseca ao novo modelo industrial.

#### **g) Manufatura Aditiva**

Mais conhecida como impressão em 3D, a manufatura aditiva consiste na obtenção de um objeto físico por meio da formação de camada por camada, a partir da impressão de um desenho digital, inicialmente idealizado em um *software* de desenho assistido por computador e, posteriormente, convertido em código para que seja feita a impressão (ALMEIDA, 2019; SCHWAB, 2016). Ainda de acordo com os referidos autores, a grande vantagem dos objetos impressos em 3D é o fato de poderem ser personalizados.

A técnica de manufatura aditiva tem uma gama de aplicações como, por exemplo, na fabricação de protótipos em que os custos, em grandes processos de ferramentaria de moldes para plástico, são reduzidos (ALMEIDA, 2019), em turbinas eólicas e até em pequenos implantes médicos (SCHWAB, 2016). Ainda conforme Schwab (2016), pesquisadores já buscam o desenvolvimento da técnica em 4D, em que produtos seriam capazes de sofrer modificações de acordo com alterações como calor e umidade. Essa tecnologia poderia ser utilizada, até mesmo, em implantes fabricados para serem adaptados ao corpo humano.

#### **h) Realidade Aumentada (RA)**

Também conhecida como realidade ampliada, a Realidade Aumentada (RA) engloba três características principais: 1) combinação entre o real e o virtual; 2) interação em tempo real; e 3) apresentação em 3 dimensões (3D) (SACOMANO *et al.*, 2018). Quando inserida no

ambiente industrial, a RA pode garantir benefícios ao trabalhador, conforme mencionado a seguir:

[...] com o uso de óculos de realidade aumentada, o trabalhador pode acessar uma série de informações importantes para o desempenho de suas funções, como: desenho e/ou sequência de montagem, itens que precisam ser repostos no estoque, lugares de armazenagem de determinado item e várias outras informações sobrepostas à realidade física observada (SACOMANO *et al.*, 2018, p. 41).

Voltando-se sobre os benefícios da RA, Almeida (2019) ressalta que, quando aplicada às necessidades da indústria, é possível a utilização dos óculos de Realidade Aumentada até mesmo para a gestão e a operação de máquinas, de forma a melhorar procedimentos de produção.

#### **i) Realidade Virtual (RV)**

Steuer (1992 apud SACOMANO *et al.*, 2018, p. 42) apresenta o conceito de Realidade Virtual (RV) como sendo um conjunto de *hardware* que inclui computadores, óculos, luvas sensíveis a movimento, entre outros equipamentos que induzem a uma realidade diferente da local. Uma máquina totalmente montada, por RV, com o objetivo de mostrar como ela deverá ficar, sem que nem mesmo as peças que a compõem estejam no local, é um exemplo da aplicação dessa tecnologia.

A diferença entre Realidade Aumentada e Realidade Virtual deve-se ao fato de que na RA o que se encontra no ambiente real é ampliado, já na RV uma realidade, que só existe virtualmente, é trazida para o local (SACOMANO *et al.*, 2018). Essas duas tecnologias, associadas ou não, podem ser utilizadas em diversas aplicações ao cliente consumidor, como forma de demonstração de produtos, sem sequer sair de uma simples sala de atendimento. Outras funcionalidades dessas tecnologias que podem ser citadas são: em simuladores de direção utilizados em autoescolas ou em ambientes escolares, quer em universidades, quer no ensino básico, de modo a aproximar os alunos a realidades distantes.

#### **j) Simulação Computacional**

A Simulação Computacional, segundo Almeida (2019), é uma maneira eficiente de evitar prováveis erros e de facilitar o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de produtos e processos nas empresas. Ainda segundo o autor, na Indústria 4.0, a Simulação Computacional

é uma forma de associar toda a cadeia de criação de um produto a uma réplica no mundo virtual, possibilitando a realização de testes e o aperfeiçoamento de configurações nas máquinas, antes de qualquer alteração no mundo real. Isso gera otimização de recurso, melhor desempenho e maior economia.

Alguns *softwares*, advindos da Terceira Revolução Industrial, são fundamentais para a dinâmica dessa Quarta Revolução, pois têm facilitado processos de modelagem computacional propiciando à indústria procedimentos cada vez mais flexíveis, tornando-a cada vez mais preparada para um cenário mutável, competitivo e global. São eles: CAD (*Computer Aided Engineering* – Desenho Assistido por Computador), CAM (*Computer Aided Manufacturing* – Manufatura Assistida por Computador), CAE (*Computer Aided Engineering* – Engenharia Assistida por Computador) e CIM (*Computer Integrated Manufacturing* – Manufatura Integrada por Computador) (FIGUEIRA, 2002/2003).

Assim sendo, por meio da Simulação Computacional, os profissionais podem realizar inúmeras análises, a fim de reduzirem custos e tempo na elaboração de projetos ou, ainda, aumentar a produtividade, facilitar a detecção de erros, bem como auxiliar na solução de problemas. Sobre isso, Curran *et al.* (2007 apud FERNANDES, 2019, p. 29) assinala que a Simulação Computacional:

[...] descreve uma metodologia que utiliza recursos de simulação computacional 3D, para a criação de um *mock-up*<sup>9</sup> digital do produto, o qual é utilizado posteriormente na simulação do processo de manufatura, reduzindo o tempo de desenvolvimento do mesmo em comparação ao processo de desenvolvimento convencional.

É válido ressaltar que esse método tem sido utilizado muito antes do surgimento da Indústria 4.0. Entretanto, agora, a simulação computacional pretende utilizar mais amplamente as informações da planta, analisando dados em tempo real, aproximando ainda mais os mundos físicos e virtuais.

---

<sup>9</sup> Em manufatura e design, um *mockup* ou *mock-up* é um modelo em escala reduzida ou de tamanho real de um projeto ou dispositivo, muito utilizado em congressos, feiras, shows, exposições, entre outros. Um *mockup* é um protótipo. Enquanto tal, ele fornece, pelo menos, parte da funcionalidade de um sistema e permite o teste de um projeto (REAL MAQUETE, 2016).



### **k) Robôs Autônomos (AGV's e AMR's)**

Enquanto robôs autônomos, diante da Indústria 4.0, de acordo com Galli (2019), o *Automated Guided Vehicle* (AGV – Veículo Guiado Automaticamente) representa uma das principais tecnologias capazes de oferecer soluções eficazes para o transporte, a transferência e a armazenagem de produtos, além da interconexão de diversas áreas de um processo produtivo. No âmbito da indústria de manufatura, os AGV's garantem, assim, aumento de produtividade e de flexibilidade no fluxo de operação. Caridá (2016) corrobora com essa afirmação ao informar que os AGV's possuem inúmeras aplicações e benefícios, quais sejam: aumento da segurança e da flexibilidade; redução de custos e automatização da logística de movimentação de cargas, o que dispensa intervenção humana na indústria.

Ao se tratar a Indústria 4.0 como uma revolução que veio potencializar a automação e considerando a logística como um elemento condutor dessa Quarta Revolução Industrial, os AGV's têm evoluído para modelos mais inteligentes, tornando-se fundamentais para essa nova lógica de produção que precisa ser cada vez mais automatizada e integrada. É o que mostra o EDGE Global Supply (2019), ao apresentar o AMR (*Autonomous Mobile Robots*) cujo diferencial é que ele é um dispositivo da IoT em que os dados para o monitoramento podem ser extraídos a todo o momento, independentemente de sua posição; além de facilmente programável e não precisar de uma estrutura ambiente especial para funcionar. Ainda segundo essa publicação, a tecnologia aplicada em robôs AMR possibilita: (i) desviarem de um obstáculo colocado a sua frente de forma a continuarem o seu percurso sem ameaçar a própria segurança e a segurança das pessoas a sua volta; (ii) girarem 360° sobre seu eixo, eliminando a necessidade de manobras; (iii) controlarem uma frota de robôs AMR, fazendo com que se priorizem tarefas mais adequadas de acordo com a localização e a disponibilidade de cada um, vez que esses recebem ensinamentos sobre como pegar e largar a carga a ser transportada, tendo como base as informações coletadas por meio de câmeras e de sensores por meio de um *software*.

Em decorrência das transformações e do aumento da capacidade de utilização dessas tecnologias, é essencial que as instituições de ensino também estejam com seus olhares voltados às novas concepções industriais, para que possam alinhar a educação que oferecem a uma velocidade proporcional aos avanços tecnológicos, no sentido de não ficarem às margens de um mercado cada vez mais competitivo e que progride em direção à Indústria 4.0.

Dito isso, na seção subsequente apresentam-se alguns conceitos relacionados à Educação 4.0; alguns cursos ofertados no Brasil diretamente ligados à preparação do futuro

profissional a essas novas demandas de mercado; e as principais características profissionais demandadas por essa nova concepção industrial.

## 2.2 Educação diante da Indústria 4.0

Em consequência da magnitude com que a Indústria 4.0 vem se apresentando no mundo, inclusive no Brasil, um novo conceito de educação também tem se espalhado. Trata-se da Educação 4.0, cujo objetivo maior é atender às necessidades da Quarta Revolução Industrial. A Educação 4.0 baseia-se no *learning by doing*, que significa “aprender fazendo”, ou seja, aprender por meio da experimentação, de projetos, de vivências, colocando mão na massa (GAROFALO, 2018). Segundo Zacardi (2019), o ambiente escolar, nessa nova concepção educacional, torna-se mais colaborativo e dinâmico. Em vista disso, a autora acrescenta que o modelo tradicional de sala de aula, com lousa e carteiras separadas, deve dar lugar a áreas mais colaborativas e que permitam a interação e a experimentação.

No Brasil, o tema Educação 4.0 foi primeiramente utilizado e devidamente oficializado pelo professor Dr. Cassiano Zeferino de Carvalho Neto, em sua obra intitulada “Educação 4.0: princípios e práticas de inovação em gestão e docência”. Carvalho Neto (2018), relata que a denominação Educação 4.0 utilizada por ele, originou-se de quatro referenciais teórico-tecnológicos, definidos como pilares estruturadores, quais sejam:

- MSE – Modelo Sistêmico de Educação;
- ECT – Educação Científica e Tecnológica;
- EGC – Engenharia e Gestão do Conhecimento;
- CBQ – Ciberarquitetura.

Esse novo modelo de compreensão da Educação requer uma mudança muito mais profunda que apenas a disposição do ambiente escolar. É essencial que se ofereça não somente computadores, *tablets* e equipamentos tecnológicos de última geração, mas também é imprescindível que o professor passe a ser orientador e incentivador das descobertas de cada aluno, de maneira a desenvolver, nos estudantes, habilidades de aprendizagem autônoma, de modo a serem capazes de acompanhar as rápidas inovações, para que não fiquem para trás no mercado de trabalho (ZACARDI, 2019).

Por meio de alguns endereços eletrônicos, como o da ABII (Associação Brasileira de *Internet Industrial*), por exemplo, é possível encontrar instituições que têm oferecido cursos que fomentam o desenvolvimento de novas competências e habilidades necessárias à Indústria 4.0,

por meio dos quais direções são apontadas para quem quer aprimorar as habilidades, os conhecimentos e as técnicas voltadas ao novo mercado de trabalho. Os cursos e as especializações mencionados são:

- Desvendando a Indústria 4.0, curso oferecido pelo SENAI – de forma gratuita e totalmente à distância, proporciona aos participantes melhor introdução a respeito do tema, como também todo o acesso aos conceitos que compreendem a Quarta Revolução Industrial (ABII, 2019);
- Graduação em Análise de Sistemas pela Faculdade do SENAI de Joinville - nesse curso, toda a infraestrutura necessária é oferecida, desde o acesso à *internet*, computadores e laboratórios didáticos, até a disponibilização de equipamentos mais modernos para o desempenho das atividades; o que garante ao aluno exploração do mercado tecnológico com maior autonomia, criatividade e raciocínio lógico (ABII, 2019);
- Pós-Graduação *Sprint* em Cientista de Dados, ofertada pelo SENAI - voltada para os que buscam desenvolver a capacidade de planejar e de aplicar técnicas e ferramentas para análise de dados e *Big Data*. O objetivo desse curso é preparar os alunos para que dominem as informações e, assim, auxiliem os gestores na tomada de decisões mais assertivas;
- MBI em Indústria Avançada pelo SENAI - direciona os líderes para a inclusão da Indústria 4.0, preparando a geração atual para as novas oportunidades, produtos e serviços (ABII, 2019);
- Curso do SENAI em Gestão de Pessoas e Desenvolvimento para Transformação Digital – esse curso procura ensinar os alunos: a focarem na solução dos problemas, a terem maior experiência prática em *coaching*<sup>10</sup> e mentoria<sup>11</sup>, a aprimorarem capacidades em gestão de pessoas, a corroborarem com experiências na Indústria 4.0 etc. (ABII, 2019);
- Curso superior tecnológico em Manufatura Avançada, oferecido desde o primeiro semestre de 2018, pela Faculdade de Tecnologia do Estado (Fatec) - o objetivo desse

---

<sup>10</sup> *Coaching* é um processo de desenvolvimento humano, pautado em diversas ciências, como: Psicologia, Sociologia, Neurociências, Programação Neurolinguística. Além disso, utiliza-se de técnicas da Administração de Empresas, da Gestão de Pessoas e do universo dos esportes para apoiar pessoas e empresas no alcance de metas, no desenvolvimento acelerado e em sua evolução contínua (IBC, 2018).

<sup>11</sup> *Mentoring* é um termo inglês, normalmente traduzido como “tutoria”, “mentoria”, “mentorado” ou “apadrinhamento”. O *mentoring* é uma ferramenta de desenvolvimento profissional e consiste em uma pessoa experiente ajudar outra menos experiente (SIGNIFICADOS, 2017).

curso é preparar os discentes para que atuem como “integradores de tecnologia” da Indústria 4.0:

[...] o curso aborda as principais técnicas de produção empregadas nesta nova revolução industrial, como sistemas automatizados, simulação computacional, realidade virtual, sistemas integrados, robótica, *internet das coisas*, *big data*, segurança da informação, manufatura aditiva e dados em nuvem (GOMES, 2018).

Considerando a necessidade e a importância da preparação dos futuros profissionais para lidarem com as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 e para se ter um diagnóstico sobre o quão bem outras instituições de ensino têm se adequado a essa realidade, são necessárias investigações aplicadas, em contextos específicos, sendo esta, justamente, a proposta deste trabalho.

### **2.2.1 Competências e habilidades necessárias ao profissional da Indústria 4.0**

Tendo em vista as inúmeras transformações advindas a partir da Quarta Revolução Industrial, é perceptível a necessidade de formação e de capacitação para a adequação às novas formas de emprego. O *e-book* publicado pela Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo (FINDES, 2018, p. 27), assinala que: “[...] o relatório do Fórum Econômico Mundial, batizado de *The Future of Jobs and Skills*, aponta que quem quer conquistar espaço nas novas indústrias deverá desenvolver novas habilidades que possibilitarão o trabalho em funções mais complexas e criativas. Isso porque funções simplesmente técnicas e operacionais serão substituídas pelas máquinas e o trabalhador passará a exercer funções mais estratégicas. Ainda de acordo com a publicação, as cinco habilidades demandadas ao profissional do futuro são:

- multidisciplinaridade: exigência de um profissional que esteja aberto a conhecer novas áreas além da de sua formação, ou seja, que esteja em constante aprendizagem;
- colaboração: demanda por profissionais que possuam bons relacionamentos, que sejam proativos e que ofereçam ajuda aos colegas de trabalho;
- idiomas: devido à globalização, é de suma importância o conhecimento de outros idiomas, especialmente, o inglês;

- senso crítico: a criticidade é fundamental para que o profissional saiba aplicar e interpretar os dados fornecidos por aplicativos e *softwares* de forma a otimizar ainda mais os processos;
- flexibilidade: diz respeito à capacidade de adaptação às constantes transformações e inovações que surgem.

Ainda sobre as habilidades requeridas aos profissionais do futuro, o presidente da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC), Glauco José Côrte, afirmou que a Indústria 4.0 demanda profissionais “[...] com alto conhecimento sobre automação, robótica, programação, indústria avançada, *Internet* das Coisas, *Big Data* e afins, além de um sólido conjunto de competências socioemocionais” (CÔRTE, 2018).

Em suma, as competências e as habilidades apreciadas pelo novo mercado de trabalho, perante a Indústria 4.0, subdividem-se em dois grupos: competências técnicas e competências sociais. Dentre as principais habilidades técnicas mencionadas, encontram-se: noções de automação, robótica, programação, cultura digital, familiaridade com as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, além da fluência em outras línguas, de preferência, no inglês. Com relação às competências sociais, estas abrangem, principalmente, o relacionamento interpessoal, a ética, o pensamento crítico e reflexivo, a liderança, o trabalho em equipe e a boa comunicação.

### **2.2.2 Docentes e o emprego de metodologias ativas na era da Indústria 4.0**

Devido às inúmeras transformações decorrentes da Quarta Revolução Industrial, os profissionais da área da educação deverão se qualificar para atender às exigências desse novo cenário. Sobre isso, Fuhr (2018) aponta que o cenário atual requer um docente qualificado, com domínio das tecnologias da informação e da comunicação. Segundo a autora, é necessário que o profissional da educação (re)aprenda a docência nesse novo contexto e que proponha aos estudantes atividades capazes de estimular o senso crítico, a criatividade, a autonomia e a capacidade de resolução de problemas por meio de projetos multidisciplinares (FUHR, 2018).

Assim sendo, tendo como intuito o desenvolvimento do senso crítico e analítico dos estudantes, em tempos de Indústria 4.0, é essencial que haja mudanças nos métodos de ensino tradicionais, a fim de empregar as metodologias ativas como forma de mediação do conhecimento por parte dos professores. Garofalo (2018) corrobora com essa concepção ao dizer que é fundamental que se desenvolva uma educação por meio da vivência e da experimentação.

As chamadas metodologias ativas consistem em métodos diferenciados de ensino que buscam desenvolver o tipo de perfil demandado pela Indústria 4.0. A respeito disso, Borges e Alencar (2014, p. 39) defendem a ideia de que:

[...] o uso das metodologias ativas, é uma possibilidade de recurso didático para uma formação crítica e reflexiva do estudante universitário, e se lança como uma prática pedagógica inovadora, trazendo a participação coletiva democrática como requisito fundamental para uma aprendizagem significativa.

Na concepção de Berbel (2011), esse tipo de metodologia encerra-se em artifícios utilizados para o envolvimento ativo do aluno, por meio da resolução de problemas ou de situações problemáticas, de maneira que esse possa desenvolver a autonomia essencial para o exercício profissional futuro. Por conseguinte, a autora pontua a necessidade de o profissional da educação alterar sua postura tradicional de ensino, uma vez que os professores devem possuir características contrárias àquelas de controle.

Diante da atual demanda por profissionais críticos e “pensantes”, é de suma importância que haja alterações no exercício da docência, de forma que esta seja efetiva, por meio de experimentos, expansão, ação e criação de novas possibilidades. Desse modo, o “professor 4.0” deve ter percepção e flexibilidade para assumir diferentes papéis: aprendiz, mediador, orientador e pesquisador na busca de novas práticas (GAROFALO, 2018). Não basta, assim, segundo Andrade (2018), a simples exposição de conteúdos por parte do professor. A pesquisa, o diálogo e a troca experiências colaborativas precisam estar presentes no ambiente escolar, vez que esses formarão as bases do conhecimento, e não a simples replicação de conteúdo. Portanto, o papel do docente passa a ser de mediação e de orientação dos estudantes; por sua vez, o discente passa a ser o protagonista do seu processo de aprendizagem.

Semelhante à perspectiva de Andrade (2018), Bacich e Moran (2018) apontam que a aprendizagem por meio da transmissão é importante, mas o processo de aprendizagem, por meio do questionamento e da experimentação, garante uma compreensão mais aberta e profunda dos saberes. Além disso, os autores ainda completam dizendo que os processos de ensino e de aprendizagem se tornam muito mais produtivos quando realizados a partir de pesquisas constantes, de questionamentos, de criação, de experimentação, de reflexão e de compartilhamentos crescentes, os quais estimulam a criatividade e a percepção de que todos podem evoluir ao descobrir seus potenciais.

Desse modo, as metodologias ativas proporcionam mudanças consideráveis, no processo de ensino e de aprendizagem, tanto aos docentes quanto aos discentes. Muitas são as

possibilidades de aplicação dessas metodologias com potencial de levarem os discentes a aprendizagens para a autonomia (BERBEL, 2011, p. 30). Dentre as metodologias ativas mais conceituadas na literatura que fomentam o desenvolvimento autônomo e a criticidade dos estudantes, destacam-se, na sequência, as principais, relacionando-as aos seus respectivos teóricos:

- a) Estudo de caso:** metodologia que possibilita o contato do aluno com situações que possam vir a ocorrer no exercício de sua profissão, para que o estudante seja levado à análise e instigado à tomada de decisões (BERBEL, 2011). De acordo com Cruz (2018, p. 11), o estudo de caso é uma “[...] metodologia onde os participantes são apresentados a casos reais ou não, e devem apresentar sua melhor solução para os problemas relatados”. Portanto, trata-se de uma metodologia que faz com que o estudante aprenda a lidar com situações do dia a dia de sua profissão.
- b) Método de projetos:** é uma modalidade que associa atividades de ensino, pesquisa e extensão. Barbosa e Moura (2011) ressaltam que projetos são iniciativas com objetivos bem definidos, originados a partir de um problema, uma necessidade, uma oportunidade ou interesses. Foca-se, assim, na construção do conhecimento e em vivências práticas por intermédio de um trabalho longo e contínuo de estudo que, segundo Pinto (2019), envolve aplicação de informações obtidas até que se encontre uma solução para o problema inicial. O autor ainda aponta que essa metodologia de ensino, baseada em projetos, tornam inseparáveis o processo de ensino e a prática por abranger a exploração do contexto e o desenvolvimento de ideias a partir do conhecimento, além de fomentar a comunicação entre pares. Portanto, esse método contribui para uma gestão acadêmica centrada em colaborar com os alunos, levando-os a desenvolver habilidades úteis e necessárias no mercado atual.
- c) Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL):** é uma metodologia caracterizada “[...] pelo uso de problemas do mundo real para encorajar os alunos a desenvolverem pensamento crítico, habilidades de solução de problemas e adquirirem conhecimento sobre os conceitos essenciais da área em questão” (RIBEIRO, *et al.* 2003 apud ALENCAR; BORGES, 2014, p. 131). Dessa forma, o PBL é uma técnica que garante que o aluno estude diferentes situações, o que o leva à capacitação e à autonomia em resolução de problemas.

- d) Sala de aula invertida:** consiste em uma inversão do método tradicional de ensino, em que a exposição dos conteúdos é realizada pelo professor em sala de aula. Nesse novo método, a busca pelas instruções diretas e por conteúdos básicos é realizada pelo próprio aluno fora da sala de aula. Assim, o tempo do discente, na instituição de ensino, é dedicado à aplicação, à análise e à prática, com a presença do professor para o esclarecimento de concepções errôneas e o auxílio em processos cognitivos mais complexos (BERGMANN, 2018).
- e) Problematização com o arco de Magueres:** é uma metodologia que, em síntese, segundo Colombo e Berbel (2007), parte, em primeiro plano, da observação da realidade, ou seja, de um problema percebido. Em segundo plano, inicia-se um processo de estudo e de reflexão sobre as possíveis causas da problemática, a fim de que sejam estabelecidas as palavras-chave do estudo. Na sequência, em terceiro plano, busca-se a “teorização”, que consiste na construção de respostas mais elaboradas para o problema. Por fim, em quarto plano, elaboram-se “hipóteses de solução”, em que a criatividade e a originalidade são estimuladas, no sentido de se pensar nas alternativas de solução (COLOMBO; BERBEL, 2007).
- f) Gamificação:** metodologia que busca estimular a aprendizagem por meio de sistemáticas e de mecânicas do ato de jogar, em um contexto fora do jogo; isto é, encoraja o aluno a pensar como em um jogo, lançando mão de regras aplicadas aos jogos, voltando-se para a resolução de problemas, no entanto, em um contexto externo ao próprio jogo. (FADEL *et al.*, 2014). Segundo Zichermann e Cunningham (2011 apud FADEL *et al.*, 2014, p.16), “[...] a gamificação explora os níveis de engajamento do indivíduo para a resolução de problemas”. Os autores ainda pontuam que a gamificação no processo de aprendizagem é capaz de estimular o comportamento do indivíduo. Assim sendo, contribui tanto para a motivação, por ser capaz de reter a atenção do aluno, como para o desenvolvimento cognitivo do estudante.

Além das metodologias supracitadas, é válido ressaltar que as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, Realidade Aumentada e Realidade Virtual (mencionadas no “item 2.1”, alíneas “h” e “i”), são ferramentas com grande potencial para elevar o ensino, se bem utilizadas pelos professores.

Devido às inovações ocorridas no século XXI, é cada vez mais importante a integração das tecnologias e das metodologias ativas nos processos de ensino e de aprendizagem, já que estes são recursos didáticos indispensáveis para a formação crítica e analítica dos estudantes, conforme demanda o mercado atual.



Tendo como intenção identificar, analisar e descobrir quais as respostas obtidas ou mesmo entender qual a metodologia utilizada em outros trabalhos de investigação, a próxima seção apresenta alguns dos estudos encontrados, os quais abordam a Indústria 4.0 e a Educação 4.0 nas instituições de ensino brasileiras.

### **2.3 Estudos Precedentes**

Conforme mencionado na introdução deste trabalho, há ainda poucos estudos na literatura que envolvem a investigação da percepção de docentes e de discentes quanto à preparação desses últimos para a Indústria 4.0. Dentre eles, cita-se os trabalhos de Silva (2018), Camargo e Mendonça (2017) e Souza e Gasparetto (2018). Já no que concerne a estudos que abarcam o conceito Educação 4.0, retoma-se, aqui, o trabalho de Murofushi e Barreto (2019).

Em seu trabalho de conclusão de curso, Silva (2018) investigou, no Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Sergipe (CCET/UFS), como as tecnologias digitais, associadas à Indústria 4.0, influenciam na formação profissional. Em sua pesquisa, Silva (2018) apresenta um estudo de caso e um estudo bibliográfico sob uma abordagem exploratória e descritiva, aplicando questionários com docentes e discentes do CCET/UFS. Como resultado, a pesquisa mostrou que 65% dos docentes e 70,1% dos discentes possuíam proximidade mediana com as tecnologias associadas à Indústria 4.0; ao passo que apenas 20% dos docentes e 17,9% dos discentes possuíam muita proximidade. Esses dados revelaram a necessidade de estimular o uso das tecnologias inerentes à Indústria 4.0 dentro da instituição. Além disso, a pesquisa de campo constatou que 65% dos docentes acreditavam que os projetos pedagógicos de curso estavam razoavelmente adequados ao cenário da Indústria 4.0, porém 52,3% dos discentes contradisseram essa afirmação.

Os dados obtidos por Silva (2018), nesse levantamento das características e dos impactos da Indústria 4.0, corroboram com a hipótese de pesquisa deste trabalho, uma vez que confirmam, nesse caso, de acordo com as opiniões dos discentes, que a Indústria 4.0 ainda está pouco disseminada dentro das instituições de ensino, uma vez que muitos ainda consideram os projetos pedagógicos não adequados a essa nova realidade. Ademais, a porcentagem que considera ter muita proximidade com as tecnologias habilitadoras da Quarta Revolução Industrial ainda é baixa, tanto por parte dos docentes, quanto dos discentes. Este trabalho visa aplicar, de maneira semelhante e adaptada, a pesquisa de Silva (2018) em um contexto diferente, no ensino superior e técnico-profissional ofertado em instituições distintas, conforme sugeriu o autor ao final de sua monografia. Nesse sentido, este trabalho visará verificar as

percepções dos docentes e dos discentes do município de Araxá-MG, no que tange à preparação para a Indústria 4.0.

Por sua vez, no trabalho de conclusão de curso de Camargo e Mendonça (2017), os autores fizeram um mapeamento das instituições públicas e privadas que desenvolvem ou promovem o tema Indústria 4.0 no Brasil, a partir de pesquisas realizadas na base *Google*, com posterior análise mais profunda das plataformas *online* oficiais de cada instituição selecionada. Ao todo, foram identificadas 61 (sessenta e uma) instituições brasileiras que desenvolvem o tema Indústria 4.0, quais sejam: 2 (duas) associações privadas; 6 (seis) fundações; 5 (cinco) órgãos do Governo; 1 (uma) instituição privada desenvolvendo pesquisas em 5 (cinco) estados; 1 (uma) organização social com 16 (dezesesseis) unidades credenciadas e 26 (vinte e seis) instituições de ensino superior. A pesquisa dos autores ainda revelou que a IoT, os Sistemas Físicos Cibernéticos, os novos materiais e a análise do ambiente de gestão, de inovação e de oportunidades na Indústria 4.0 são as quatro áreas de maior número nas instituições dedicadas aos seus estudos e desenvolvimento. Por fim, os autores concluem que o Brasil precisa identificar as oportunidades, reconhecer suas capacidades e áreas de interesse para, então, construir uma plataforma de promoção da Indústria 4.0, de forma a estabelecer condições adequadas para a formação de centros de estudo e de capacitação profissional.

O mapeamento realizado por Camargo e Mendonça (2018) incitou a ideia desta pesquisa de investigar o panorama da Indústria 4.0 aplicado a uma região específica, Araxá-MG, onde também realizou-se um mapeamento da situação em que se encontram as instituições de ensino do referido município. Ao se aplicar a pesquisa no contexto das instituições de ensino de Araxá-MG, objetivou-se verificar as áreas intrínsecas à Indústria 4.0 de maior conhecimento tanto por parte dos professores quanto por parte dos discentes e, aquelas que ainda precisam ser desenvolvidas para a plena preparação dos discentes ao novo mercado de trabalho.

Cita-se também a pesquisa de Souza e Gasparetto (2018), na qual as autoras realizam um levantamento das características e dos impactos da Indústria 4.0, sob a ótica do corpo discente do curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina. Essa pesquisa foi conduzida por meio de questionários, com o intuito de se analisar o conhecimento dos estudantes concluintes do curso em foco acerca das características da Indústria 4.0. Para alcançar os resultados pretendidos, a metodologia utilizada pelas autoras foi a abordagem descritiva quanto aos objetivos e quantitativa quanto à abordagem do problema, visto que descreveram as características e a realidade de determinado grupo social e, posteriormente, quantificaram e levantaram os percentuais com relação às opiniões convergentes e divergentes. A metodologia empregada por Souza e Gasparetto (2018) será utilizada de forma similar neste

trabalho, a fim de evidenciar a realidade, quantificar e comparar as percepções dos docentes e dos discentes das instituições de ensino pesquisadas no município de Araxá-MG, no que se relaciona à preparação para a Indústria 4.0.

Por fim, devido as inúmeras menções realizadas neste trabalho a respeito do conceito Educação 4.0, retoma-se o trabalho de Murofushi e Barreto (2019), intitulado “Educação 4.0 na engenharia: percepção dos docentes de 3 universidades brasileiras”. Essas autoras realizaram um estudo, em três universidades públicas de estados diferentes, para identificar as opiniões dos docentes sobre quais fatores presentes na Educação 4.0 podem ajudar a melhorar o ensino nos cursos de Engenharia. Assim sendo, essa pesquisa versa sobre ideias de ensino e novas habilidades e competências que precisam ser trabalhadas nas universidades. A partir disso, conceituam a Educação 4.0 como uma ferramenta que surgiu para mostrar como o sistema de ensino deve ser mais inovador, colaborativo e aliado à tecnologia.

Como resultado final da pesquisa, Murofushi e Barreto (2019) assinalaram que ainda há a necessidade de maior estrutura tecnológica para que o modelo linear de ensino, que já não é mais suficiente, possa ser inovado pelas propostas feitas pelo modelo de Educação 4.0. Dessa forma, a Educação 4.0, apresentada pelas autoras mencionadas, constitui um modelo de educação que representa a era de inovação pela qual o mundo vem passando. Ante a isso, o trabalho aqui realizado busca identificar a conjuntura da Indústria 4.0 em algumas instituições de ensino, porém isso não seria possível sem analisar se práticas de Educação 4.0 são desenvolvidas nessas instituições.

Dada a relevância e a condição atual do tema em questão, pesquisas que explorem e evidenciem a situação atual das instituições de ensino perante a preparação do futuro profissional para o novo mercado soam como importantíssimas para as escolas, para a sociedade e, principalmente, para as empresas como um todo. Portanto, a fim de dedicar-se a uma pesquisa básica em um novo contexto em que ainda não há nenhum trabalho de investigação dessa natureza, este trabalho investigará, por meio da aplicação de questionários, qual a conjuntura dos cursos superiores e técnicos, nas instituições de ensino do município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes em relação à Indústria 4.0. O processo metodológico adotado nesta investigação é apresentado a seguir.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a realização do presente trabalho, os quais, de acordo com Lakatos e Marconi (2010), compreendem metodologias que objetivam fornecer respostas às seguintes questões: como? com quê? onde? quanto? e por quê? Assim sendo, com o intuito de responder a essas indagações, as subseções abaixo expõem a caracterização da pesquisa, os métodos, as fontes de evidências e os critérios de escolhas, bem como as técnicas de análise de dados a serem utilizadas para a concretização desta pesquisa.

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

Conforme anteriormente exposto, o trabalho em questão objetiva descobrir qual o panorama dos cursos superiores e técnicos, nas instituições de ensino do município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes, no tocante à Indústria 4.0.

Trata-se de um trabalho de caráter investigativo, motivado pela curiosidade, e que busca respostas com o objetivo de se ampliar o conhecimento teórico sem, contudo, ter a preocupação de utilizá-lo na prática. Portanto, quanto a sua natureza, trata-se de uma pesquisa básica, exatamente por não haver outras pretensões, senão a de aprofundamento no tema pesquisado (MARCONI; LAKATOS, 2015).

Com relação aos objetivos, o presente estudo possui caráter exploratório e descritivo. De acordo com Gil (2002), pesquisas exploratórias têm como propósito principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, a fim de proporcionar maior familiaridade com o problema analisado. Por sua vez, os estudos descritivos visam descrever as características de determinada população (opiniões, atitudes e crenças), como forma de se estabelecer as relações entre variáveis. Dessa maneira, a proposta é, por meio da análise dos documentos das instituições, especificamente, na grade curricular e nos planos de ensino das disciplinas afins, identificar a presença de indícios que possibilitem relacionar o curso às tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. Posteriormente, por meio de questionário aplicado aos sujeitos de pesquisa, docentes e discentes dessas instituições, analisar as opiniões convergentes e divergentes desses sujeitos no que concerne à Indústria 4.0, de tal modo a dar a ver a proximidade desses com a temática abordada.

No que concerne aos procedimentos técnicos utilizados, o presente trabalho subdivide-se em três etapas, quais sejam: pesquisa bibliográfica específica, pesquisa documental e

levantamento de campo. Cada uma dessas etapas são detalhadas na subseção 3.3, em que se explica o passo-a-passo a ser utilizado para a coleta e a análise dos dados.

### 3.2 Unidades de análise e observação

O universo de análise deste trabalho é formado por professores e por alunos das três principais instituições de ensino no município de Araxá-MG, as quais são aqui nomeadas como: Instituição A, Instituição B e Instituição C. A escolha dessas instituições está diretamente ligada à representatividade das mesmas no referido município, principalmente, no que se refere à quantidade de alunos que buscam qualificação profissional. Ademais, pelo fato dessas instituições oferecerem cursos relacionados à temática proposta.

Com relação aos cursos investigados, foram selecionados cursos técnicos e superiores da área de exatas e/ou cursos correlatos com a área de exatas e com a tecnologia industrial, por serem cursos que deveriam acompanhar o desenvolvimento tecnológico industrial, de forma a preparar os alunos para enfrentar o futuro profissional diante dos novos cenários que surgem. O Quadro 1 relaciona cada instituição de ensino com os respectivos cursos que foram selecionados nesta pesquisa.

Quadro 1 - Instituições de ensino e os seus respectivos cursos selecionados.

<b>Instituição de Ensino</b>	<b>Cursos</b>
Instituição A	Técnico em Eletrônica
	Técnico em Mecânica
	Superior em Engenharia de Automação Industrial
	Superior em Engenharia de Minas
Instituição B	Técnico em Eletromecânica
	Técnico em Eletrotécnica
	Técnico em Mecânica
Instituição C	Superior em Engenharia de Produção
	Superior em Engenharia Mecânica
	Superior em Sistemas de Informação

Fonte: Elaborado pela autora.

Os participantes da pesquisa são os docentes e os discentes dos cursos de nível superior e técnico, mencionados no Quadro 1. Os docentes foram selecionados de acordo com a sua área de formação, ou seja, possuem relação com a indústria e/ou com a tecnologia. Já os discentes participantes da pesquisa estavam com mais de 80% do curso concluído à época da pesquisa de campo, no caso dos cursos superiores, ou cursando o último ano, no caso dos cursos técnicos. Essa escolha se justifica, por assim entender, que alunos mais adiantados nos cursos já vivenciaram a maior parte do que está previsto para o currículo do curso da sua área de formação e, conseqüentemente, teriam melhores condições de informar o que viram sobre Indústria 4.0.

### **3.3 Técnicas de coleta de dados**

Como mencionado anteriormente, na seção de caracterização da pesquisa, as técnicas de coleta de dados necessárias a este trabalho foram: pesquisa bibliográfica específica, pesquisa documental e levantamento de campo, as quais são especificadas nas alíneas subsequentes. Ressalta-se que a técnica de levantamento de campo foi aplicada de modo virtual, tendo em vista a pandemia da COVID-19, a qual inviabilizou a aplicação presencial dos questionários deste estudo.

#### **a) Pesquisa Bibliográfica**

Na pesquisa bibliográfica executada neste trabalho buscou-se compreender o conceito de Indústria 4.0, bem como os conceitos relacionados às principais tecnologias da Quarta Revolução Industrial. Para tanto, empregou-se as perspectivas dos autores Almeida (2019); Sacomano *et al.*, (2018); Schwab (2016) e Stevan Jr., Leme e Santos (2018). Assim sendo, essa etapa inicial consistiu no levantamento de informações extraídas, principalmente, de livros e mídias publicadas sobre o assunto, com a finalidade de trazer subsídios confiáveis para a fundamentação da pesquisa.

Como, de acordo com Lakatos e Marconi (2010), a intenção da pesquisa bibliográfica é colocar o pesquisador em contato direto com aquilo que já foi escrito ou dito sobre determinado assunto, o segundo passo buscou levantar informações sobre as novas exigências do mercado de trabalho com relação às competências e às habilidades necessárias aos profissionais diante da Indústria 4.0, bem como qual o perfil necessários aos docentes em tempos de Educação 4.0 e quais as principais metodologias a serem empregadas em sala de aula, a fim de delimitar os

parâmetros da pesquisa a serem utilizados nos questionários. Para a efetivação desse segundo passo, utilizou-se da análise de artigos, teses, dissertações, *e-books*, publicações em blogs, bem como de publicações encontradas em sites institucionais (SENAI, ABII, FINDES, FIESC). As buscas realizadas na *internet*, contemplaram as bases de dados da CAPES, da *Scielo* e do *Google Scholar*, empregando-se as expressões chaves “Indústria 4.0”, “Educação 4.0”, “competências e habilidades demandadas ao profissional 4.0” e “metodologias ativas para a educação 4.0”.

O levantamento das principais tecnologias relacionadas à Indústria 4.0, bem como as informações coletadas sobre as demandas atuais do novo mercado, foram utilizadas para a produção do capítulo relativo ao Referencial Teórico e serviram de embasamento para a criação dos questionários de pesquisa aplicados com o fim de se investigar se as instituições de ensino têm se atentado a esse novo cenário de forma a desenvolver esse futuro profissional em tempos de Indústria 4.0.

## **b) Pesquisa Documental**

A pesquisa documental é caracterizada por Gil (2002) como um tipo de pesquisa cujas fontes estão restritas a documentos, ou seja, de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico e que podem ser reelaborados. Assim sendo, essa etapa foi necessária, uma vez que análises de conteúdo foram realizadas nos *sites* das instituições de ensino selecionadas, a fim de verificar a grade curricular do curso, bem como averiguar as ementas de disciplinas afins com a Indústria, de maneira a identificar nesses documentos a presença ou não de características e conceitos relacionados à Indústria 4.0. Dessa maneira, o intuito principal foi o de colher as informações presentes nesses documentos, para mapear as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 utilizadas na formação profissional nas instituições de ensino e nos cursos técnicos analisados;

## **c) Levantamento de Campo**

A terceira e última etapa desta pesquisa consistiu em se efetuar o levantamento de campo para a coleta das opiniões, percepções e/ou considerações dos docentes e discentes dos cursos selecionados, a respeito da preparação do futuro profissional para a Indústria 4.0 oferecida por suas respectivas instituições. Por levantamento, segundo Gil (2002) e Prodanov e Freitas (2013), entende-se como o questionamento direto, por meio de solicitação de informações a um

grupo significativo de pessoas, acerca do problema a ser investigado. Dessa forma, foi realizado, de maneira virtual, um levantamento de campo para que, em seguida, mediante análise quantitativa, os dados fossem mensurados de maneira objetiva, matemática e estatística.

O levantamento em questão foi efetivado por meio da aplicação de questionários, disponibilizados de forma virtual aos participantes da pesquisa, pelo *Google Forms*. De acordo com Lakatos e Marconi (2010), um questionário é um instrumento pesquisa constituído por uma série ordenada de perguntas utilizadas para a coleta de dados. Assim sendo, os questionários foram formulados contendo 16 questões fechadas fundamentadas pela pesquisa bibliográfica. A opção de escolha por perguntas desse tipo se deve ao fato de que questões fechadas são limitadas a respostas pré-estabelecidas, de forma a facilitar a tabulação e a quantificação dos dados.

Para a elaboração das questões do instrumento de pesquisa foram utilizadas duas escalas, quais sejam:

- (i) a escala de *Likert*, com um ponto neutro para evidenciar os casos de desconhecimento sobre o que está sendo afirmado. Segundo Silva Júnior e Costa (2014), essa escala é utilizada para medir o nível de concordância dos sujeitos a uma determinada afirmação de modo a descobrir atitudes, percepções, interesses etc.;
- (ii) a escala criada para medir a intensidade do conhecimento adquirido pelos discentes sobre determinado assunto (0% = nunca ouvi falar; 50% = já ouvi falar sobre o assunto e 100% = conheço bem e aplico o conceito); e
- (iii) a escala criada para medir a intensidade que o docente ministra determinado conceito em sala de aula (0% = nunca ministrei; 50% = ministro algumas vezes sobre o assunto e 100% = sempre ministro sobre o assunto).

Essas duas últimas escalas foram estabelecidas para facilitar potencialmente o entendimento dos respondentes e medir, de forma mais confiável e válida, o que está sendo investigado.

Os Quadros 2, 3 e 4 exemplificam o uso das escalas de *Likert* e das outras duas escalas elaboradas, especificamente, para a aplicação desta pesquisa.



Quadro 2 - Exemplo da utilização da escala de *Likert*

Considero que a instituição de ensino, da qual faço parte, preparou-me para utilizar tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 em minha atuação profissional.				
1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 3 - Exemplo da escala (ii) elaborada para esta pesquisa

Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, em sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Indústria 4.0”.		
0%	50%	100%
Nunca ouvi falar	Já ouvi falar sobre o assunto	Conheço bem e aplico o conceito

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 4 - Exemplo da escala (iii) elaborada para esta pesquisa

Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Indústria 4.0”.		
0%	50%	100%
Nunca ministrei	Abordo de forma parcial o assunto	Abordo de forma aprofundada o assunto

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a elaboração das escalas utilizadas nesta pesquisa, as perguntas, de natureza exploratória, foram concebidas de forma a investigar:

- (i) o quanto os discentes conhecem a respeito do conceito “Indústria 4.0”;
- (ii) o quanto os docentes abordam esse conceito em sua disciplina;
- (iii) se os discentes reconhecem as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0;
- (iv) se essas tecnologias são abordadas em sala de aula pelos professores;
- (v) quais das metodologias ativas, levantadas na pesquisa bibliográfica e descritas nos questionários, os docentes e os discentes afirmam serem ensinadas em sala de aula;
- (vi) o quanto os discentes se sentem preparados para a nova indústria;
- (vii) o quanto os docentes acham que estão preparando os alunos para a nova indústria;
- (viii) o quanto os discentes e os docentes avaliam a importância do emprego de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem; e

(ix) a opinião dos discentes e dos docentes a respeito da preparação dos planos de ensino de seus respectivos cursos para a Indústria 4.0.

É importante salientar que os questionários utilizados para a coleta dos dados, a respeito das opiniões dos discente e dos docentes, estão disponíveis neste trabalho, nos apêndices B e C respectivamente.

Após a elaboração dos questionários, realizou-se o levantamento de campo, por meio da aplicação de questionários, de forma virtual, aos sujeitos de pesquisa. Esses questionários foram elaborados por meio da plataforma Google Forms<sup>12</sup>, a fim de agilizar a coleta dos dados e facilitar o tratamento dos mesmos. Ademais, os questionários supracitados somente foram respondidos após os participantes aceitarem, pelo próprio Google Forms, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, dado que, em período de isolamento social e com a suspensão das aulas em virtude da pandemia da COVID-19, ficou inviável realizar o levantamento de dados de forma presencial.

### 3.4 Estratégias de análise e tratamento de dados

De posse das informações e dos dados coletados, realizou-se a tabulação. Os dados foram dispostos em tabelas, de forma a possibilitarem maior facilidade na verificação das inter-relações entre eles (LAKATOS; MARCONI, 2010). Para tanto, utilizou-se o *software* de planilha *Microsoft Excel*®, o qual possibilita a criação de tabelas e plotagem de gráficos para dar subsídio à compreensão dos dados. O método quantitativo abordado traduz em números as opiniões e as informações para, então, classificá-las e analisá-las, o que requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para a análise e a interpretação dos dados, as informações da pesquisa foram organizadas primeiramente por instituição, de modo a se tornar possível a comparação dos dados entre as opiniões dos docentes e as opiniões dos discentes de uma mesma instituição, para que fosse estabelecida a condição em que cada uma das instituições pesquisadas se encontra, no que tange à Indústria 4.0. Em seguida, com o intuito de comprovar ou refutar a hipótese de que as instituições de ensino da cidade de Araxá-MG ainda caminham a passos lentos com relação à preparação dos discentes para a Indústria 4.0, realizou-se uma triangulação dos dados obtidos

---

<sup>12</sup> O *Google Forms* é um serviço gratuito para criar formulários online. Nele, o usuário pode produzir pesquisas de múltipla escolha, fazer questões discursivas, solicitar avaliações em escala numérica, entre outras opções. A ferramenta é ideal para quem precisa solicitar *feedback* sobre algo, organizar inscrições para eventos, convites ou pedir avaliações (BIJORA, 2018).

para as três instituições, de maneira que os resultados encontrados fossem melhor visualizados, tendo em vista também os resultados de trabalhos precedentes citados na fundamentação deste trabalho.

Por fim, findada a análise e a interpretação dos dados da pesquisa, estabeleceu-se a conjuntura, diante da Indústria 4.0, dos cursos superiores e técnicos das instituições de ensino pesquisadas no município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes.

## 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

De acordo com Lakatos e Marconi (2010), por meio da análise, decorrente do trabalho estatístico, é possível estabelecer uma relação entre os dados obtidos e as hipóteses iniciais. Já a interpretação, complementa as autoras, procura dar um significado mais amplo às respostas com relação aos objetivos e ao tema proposto. Dessa forma, neste capítulo busca-se apresentar, interpretar, analisar e discutir, separadamente, os dados obtidos a partir da pesquisa documental, bem como os dados coletados por meio dos questionários aplicados junto aos docentes e aos discentes das três instituições envolvidas nesta pesquisa.

### 4.1 Apresentação Geral dos dados coletados

Ao se tratar da pesquisa documental, os dados foram obtidos a partir da análise das grades curriculares dos dez cursos analisados das três instituições pesquisadas (Quadro 1), em busca de disciplinas afins com a indústria e/ou tecnologia que pudessem apresentar características habilitadoras da Indústria 4.0. Dessa forma, foi necessário analisar oitenta e nove ementas de disciplinas que constituem a matriz curricular dos cursos analisados. Os resultados encontrados são apresentados, analisados e discutidos detalhadamente na subseção 4.2.1 (Pesquisa Documental).

A etapa seguinte desta pesquisa, após a análise documental, consistiu na aplicação, de modo virtual, dos questionários por meio do envio dos *links* aos participantes de cada um dos cursos selecionados. Lembrando que, à época da aplicação dos questionários, os discentes participantes dos cursos superiores estavam com mais de 80% do curso concluído, ou cursando o último ano, no caso dos cursos técnicos.

Afim de melhor precisar a quantidade de docentes e discentes respondentes de cada instituição, apresenta-se, a seguir, as Tabelas 1 e 2, as quais apresentam, separados por instituições, a quantidade de respondentes e os valores em percentuais de respondentes por curso.

A partir dos dados da Tabela 1 que apresenta a quantidade de discentes participantes das três instituições, verifica-se uma participação mais expressiva por parte da Instituição A (70 participantes), com maior adesão dos alunos do curso de Engenharia de Automação Industrial (30% de representatividade), devido, principalmente, a maior facilidade em se contatar os estudantes. O curso Técnico em Eletrônica e o superior em Engenharia de Minas tiveram uma representatividade de 17% cada, enquanto o curso Técnico em Mecânica atingiu 15%.

Tabela 1 - Quantidade de discentes participantes.

<b>Instituição</b>	<b>Cursos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
Instituição A	Técnico em Eletrônica	17	24%
	Técnico em Mecânica	15	21%
	Superior em Engenharia de Automação	21	30%
	Superior em Engenharia de Minas	17	24%
	<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>
Instituição B	Técnico em Eletromecânica	18	43%
	Técnico em Eletrotécnica	12	29%
	Técnico em Mecânica	12	29%
	<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>
Instituição C	Superior em Engenharia de Produção	4	14%
	Superior em Engenharia Mecânica	11	39%
	Superior em Sistemas de Informação	13	46%
	<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados referentes à Instituição B revelam uma maior adesão de respondentes por parte do curso Técnico em Eletromecânica, representando 43% do total de alunos respondentes. Já os cursos técnicos em Eletrotécnica e Mecânica, juntos, representam 58% do total de discentes participantes dessa instituição.

Por sua vez, o curso com maior representatividade, da Instituição C, foi o curso superior em Sistemas de Informações, com 46% do total. Uma parcela de 39% dos alunos respondentes cursam Engenharia Mecânica, enquanto apenas 14% dos discentes participantes da referida instituição fazem parte do curso de Engenharia de Produção.

Conforme explicitado na Tabela 2 que representa os respondentes docentes, a participação também é mais significativa na Instituição A (15 professores respondentes), devido ao mesmo motivo apresentado na interpretação dos dados referentes à quantidade de discentes participantes. Ainda com relação à Instituição A, o curso com maior participação dos docentes foi o curso de Engenharia de Minas, com 33% de professores respondentes. Um percentual de 27% dos docentes dessa Instituição representaram o curso Técnico em Mecânica, enquanto a adesão do curso Técnico em Eletrônica e de Engenharia de Automação foi de 20% cada.

Tabela 2 - Quantidade de docentes participantes.

<b>Instituição</b>	<b>Cursos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
Instituição A	Técnico em Eletrônica	3	20%
	Técnico em Mecânica	4	27%
	Superior em Engenharia de Automação	3	20%
	Superior em Engenharia de Minas	5	33%
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>
Instituição B	Técnico em Eletromecânica	3	38%
	Técnico em Eletrotécnica	2	25%
	Técnico em Mecânica	3	38%
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>
Instituição C	Superior em Engenharia de Produção	2	20%
	Superior em Engenharia Mecânica	3	30%
	Superior em Sistemas de Informação	5	50%
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

Dos oito docentes participantes da Instituição B, 38% representaram o curso Técnico em Eletromecânica; 38% o curso Técnico em Mecânica e 25% o curso de Técnico em Eletrotécnica.

Já na Instituição C, o curso que melhor aderiu à pesquisa foi o curso superior em Sistemas de Informações, com uma representatividade de 50% do total de docentes respondentes dessa instituição. A adesão nos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção foram, respectivamente, de 30% e 20%.

Com relação ao perfil dos respondentes, foi utilizado apenas o indicador “modalidade” para a diferenciação entre os tipos de curso, sendo eles técnico ou superior. As Tabelas 3 e 4 demonstram os resultados percentuais obtidos para a caracterização dos perfis dos discentes e dos docentes, respectivamente, considerando cada uma das instituições.

Tabela 3 - Perfil dos discentes.

<b>Instituição</b>	<b>Técnico</b>	<b>Superior</b>
Instituição A	43%	57%
Instituição B	100%	0%
Instituição C	0%	100%

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4 - Perfil dos docentes.

<b>Instituição</b>	<b>Técnico</b>	<b>Superior</b>
Instituição A	33%	67%
Instituição B	100%	0%
Instituição C	0%	100%

Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando os percentuais referentes à Instituição A (Tabelas 3 e 4), percebe-se que houve uma participação mais significativa dos cursos superiores do que dos cursos técnicos, tanto na parte dos discentes, quanto na de docentes. Vale ressaltar que os professores dessa instituição ministram aulas tanto no ensino técnico, quanto no ensino superior. Já os demais dados confirmam que 100% dos participantes cursam o ensino técnico na Instituição B e 100% dos respondentes compõem o curso superior na Instituição C. Esse resultado se deve ao fato de que apenas cursos técnicos, em áreas correlatas da pesquisa, são ofertados pela Instituição B, enquanto a Instituição C oferece apenas cursos superiores.

## **4.2 Análises e Interpretações**

Neste subcapítulo os dados são interpretados e analisados, tanto aqueles encontrados por meio da pesquisa documental quanto aqueles obtidos por meio da aplicação dos questionários ao público alvo.

### **4.2.1 Pesquisa documental**

A partir da análise das grades curriculares e das ementas de disciplinas relacionadas ao tema desta pesquisa de cada um dos cursos pesquisados, com o fim de encontrar a presença de características habilitadoras da Indústria 4.0, apresentam-se, a seguir, as informações levantadas, bem como conclusões referentes a esta etapa.

#### **a) Instituição A**

Dois cursos técnicos, pertencentes à Instituição A, foram pesquisados, a saber: Eletrônica e Mecânica. Esses cursos oferecem formação profissional na modalidade técnica na forma de: (i) Concomitância Externa, isto é, são destinados a alunos que concluíram o primeiro

ano do Ensino Médio e estarão regularmente matriculados no segundo ou no terceiro ano em outra instituição de ensino, simultaneamente, fazendo apenas o curso técnico nessa Instituição; ou (ii) Subsequente, quando os alunos matriculados nos cursos já concluíram o Ensino Médio e buscam fazer o técnico. Além desses dois cursos técnicos, essa Instituição conta também com dois cursos superiores, Engenharia de Automação Industrial e Engenharia de Minas.

A grade curricular dos cursos técnicos em Eletrônica e em Mecânica é composta por disciplinas da parte específica (1.200 horas presenciais), além do Estágio Supervisionado (480 horas). Dessa forma, a carga horária total dos cursos é de 1.680 horas. Ao estudar a grade curricular desses cursos técnicos, nas formas de oferta Concomitante e Subsequente, constatou-se a presença da disciplina Manufatura Assistida por Computador (CAD, CAM e CNC) e da disciplina Desenho de Máquinas, em que, de certa forma, utiliza-se a Simulação Computacional, porém nada mais tão específico sobre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0.

Já o curso de graduação em Engenharia de Minas, o qual possui uma carga horária distribuída, preferencialmente, em aulas no período diurno (manhã ou tarde), podendo, em função de disponibilidade do corpo docente e/ou recursos físicos (salas e laboratórios), ter aulas no período noturno. Como resultado desse dimensionamento, o curso compõem-se por 3.630 horas, distribuídas ao longo de 10 semestres letivos, incluídas 300 horas de Estágio Obrigatório e 280 horas de Atividades Complementares. Na análise empreendida na grade curricular desse curso, constatou-se a presença de uma disciplina no quarto período, intitulada Desenho Assistido por Computador (30 horas-aula presenciais), a qual elenca como conteúdo a ser trabalhado a característica habilitadora Simulação Computacional. Está previsto que essa disciplina deve possibilitar ao estudante a capacidade de identificação de *softwares* e de metodologias específicas ao atendimento do setor produtivo das engenharias e correlatas no tocante às tecnologias CAD e às condições de se adaptar rapidamente aos diversos pacotes CAD existentes no mercado. Contudo, nada tão avançado e específico, no que tange à Indústria 4.0, foi encontrado. Assim sendo, não foi identificada nenhuma outra tecnologia digital específica à Quarta Revolução Industrial presente nos currículos desse curso.

Por fim, no que concerne à análise documental realizada na grade curricular do curso de Engenharia de Automação Industrial desta instituição, realizou-se a seleção das disciplinas afins com a indústria, fez-se uma análise dos planos de ensino e de suas respectivas ementas. A conclusão a que se chega é que não há, nos documentos oficiais pesquisados, nenhuma menção à Indústria 4.0 ou a alguma de suas características habilitadoras.



## **b) Instituição B**

A grade curricular dos cursos ofertados pela Instituição B está subdividida em quatro módulos (I, II, III, e IV), totalizando em 1200 horas a serem cumpridas ao longo dos dois anos de curso. Os cursos técnicos ofertados são: Eletromecânica, Eletrotécnica e Mecânica.

No curso de Eletromecânica, verificou-se a presença de Simulação Computacional (uma das características habilitadoras da Indústria 4.0) no módulo II, nas seguintes disciplinas: (i) Desenho Assistido por Computador – CAD (60 horas presenciais), que estabelece que o estudante deve adquirir conhecimentos de representação de modelos em 2D e 3D utilizando o *software* de simulação CAD; e (ii) Máquinas Elétricas e Instalações Elétricas Industriais (100 horas presenciais), disciplina essa que possui em sua ementa a contemplação de *software* de desenho e simulação, quais sejam: Desenho Assistido por Computador (CAD) para elétrica e simuladores de circuitos elétricos industriais. A principal competência a ser desenvolvida a partir desses conhecimentos, de acordo com o plano do respectivo curso é a atuação na manutenção de sistemas automatizados de máquinas e de equipamentos, atendendo às normas e aos padrões técnicos de qualidade, de saúde, de segurança e do meio ambiente.

Analisando-se a grade curricular do curso de Eletrotécnica dessa instituição, encontrou-se a Simulação Computacional observada na disciplina Desenho Técnico Elétrico (60 horas presenciais), constante no módulo I, na qual dois dos conhecimentos principais a serem fomentados são o Desenho Assistido por Computador (CAD) e a utilização de *softwares* específicos para a elaboração de projetos elétricos. O conteúdo Desenho Assistido por Computador aparece também como conhecimento fundamental da disciplina Projetos Elétricos (125 horas presenciais), presente no módulo II do respectivo curso.

Por sua vez, o curso de Mecânica da Instituição B apresenta, também, em sua grade curricular, a Simulação Computacional na disciplina Manufatura Mecânica Computadorizada (120 horas presenciais), módulo II, em que diversos conhecimentos específicos a respeito dos *softwares* CAD e CAM são ensinados aos alunos.

Além da Simulação Computacional, não foram encontradas outras características intrínsecas à Indústria 4.0 na análise das ementas das disciplinas ofertadas pela Instituição B. É importante ressaltar que a Simulação Computacional já é um conteúdo advindo da Terceira Revolução Industrial, mas que só veio a ganhar ampla utilização na Quarta Revolução Industrial, ou seja, não é algo totalmente novo e exclusivo da Indústria 4.0.

De acordo com o plano curricular dos referidos cursos, a Instituição B, buscando acompanhar as evoluções do mercado produtivo mundial, frente às transformações tecnológicas

da realidade industrial brasileira e às alterações impostas ao perfil do trabalhador, participa efetivamente da Reforma da Educação Profissionalizante, bem como da realidade da indústria, no que diz respeito às necessidades de capacitação, de qualificação e de requalificação profissional dos trabalhadores do setor produtivo. Nesse contexto, os Perfis Profissionais (definidos pelos Comitês Técnicos Setoriais) é o marco de referência que expressa as competências profissionais que subsidiam o planejamento e o desenvolvimento das ofertas formativas contempladas no desenho curricular, o qual foi analisado em busca do reconhecimento de características inerentes à Indústria 4.0.

### c) Instituição C

Na Instituição C foram analisadas as grades curriculares referentes aos cursos de graduação em Sistemas de Informação, Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica. O curso de Sistemas de Informação, ofertado pela referida instituição, está estruturado em oito períodos, o equivalente a quatro anos de curso. Já os cursos Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica possuem dez períodos, o que totalizam cinco anos de curso.

Na análise realizada na grade curricular do curso Sistemas de Informações, constatou-se a presença de algumas disciplinas que abordam características intrínsecas à Indústria 4.0, quais sejam: (i) Projeto Integrador - *Business Intelligence* e *Big Data Analysis* (80 horas presenciais), a qual aborda técnicas e ferramentas importantes que objetivam transformar grandes quantidades de dados (*Big Data*) em informações úteis às organizações; (ii) Inteligência Artificial (IA) e Aprendizado de Máquina (80 horas presenciais), em que verifica-se a presença da tecnologia habilitadora da Indústria 4.0, IA; (iii) Desenvolvimento de Aplicativos *Web* e *Cloud Computing* (80 horas presenciais), constando a presença da Computação em Nuvem (tecnologia inerente à Indústria 4.0); (iv) Desenvolvimento Mobile e IoT (80 horas presenciais), na qual se estuda sobre a tecnologia advinda da Indústria 4.0, IoT.

Com relação ao curso de Engenharia de Produção, verificou-se a presença do tópico Segurança da Informação – Segurança Cibernética (característica habilitadora da Indústria 4.0) constante na ementa da disciplina, no nono período, intitulada Sistemas de Informação (80 horas presenciais). Além dessa, na disciplina Automação (80 horas presenciais), também presente no nono período do curso, estão previstos conteúdos voltados aos diversos sistemas de automação, no entanto nada mais relativo especificamente à Indústria 4.0. Por fim, no que concerne ao curso de Engenharia Mecânica, não foram identificados conteúdos que abrangem

quaisquer conceitos relacionados à Indústria 4.0 após análise da grade curricular e das ementas de disciplinas afins do referido curso.

Ante a essa primeira contextualização sobre a análise documental realizada, apresenta-se, na sequência, o Quadro 5, por meio do qual, ilustra-se o mapeamento documental empreendido, tendo em vista os objetivos deste trabalho nas instituições de ensino e nos cursos técnicos analisados. Nesse mapeamento, destaca-se por um “X” as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 contempladas no plano de ensino de cada curso analisado. Os campos com o hífen (-), referem-se às tecnologias que não foram observadas nesses planos.

Quadro 5 – Mapeamento realizado por meio da pesquisa documental.

Mapeamento das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 utilizadas nas instituições de ensino												
Inst.	Curso	IA	IoT e IoS	Sistemas Físicos-Cibernéticos	Segurança Cibernética	Big Data	Computação em Nuvem	Manufatura Aditiva	RA	RV	Simulação Computacional	AGV's ou AMR's
<b>A</b>	Eletrônica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mecânica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	Engenharia de Automação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Engenharia de Minas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<b>B</b>	Eletromecânica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	Eletrotécnica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	Mecânica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<b>C</b>	Engenharia de Produção	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	Engenharia Mecânica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sistemas de Informação	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pela autora.

## **4.2.2 Pesquisa de Campo - Questionários**

Uma vez que o objetivo geral desta pesquisa é investigar o panorama da Indústria 4.0 nas instituições de ensino superior e técnico no município de Araxá, a discussão dos resultados da pesquisa de campo aqui apresentada será dividida por instituição. Logo, os dados expostos reunirão todos os cursos pesquisados naquela Instituição, de maneira que as respostas obtidas retratem o perfil desta instituição perante a Indústria 4.0.

### **4.2.2.1 Instituição A**

Neste tópico são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos referentes à Instituição A, considerando cada bloco de perguntas presentes nos questionários aplicados (Apêndices B e C).

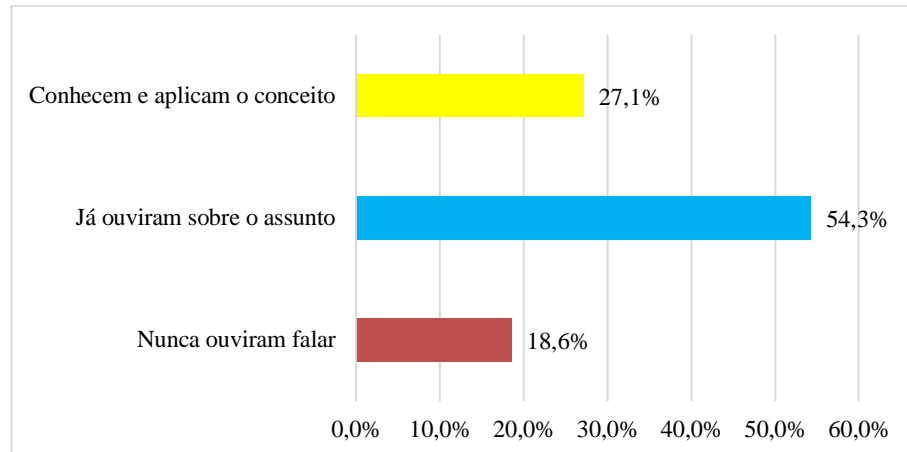
#### **Bloco I: Perfil do respondente**

Neste bloco apenas buscou-se identificar a modalidade do curso que o respondente faz parte, técnico ou superior, conforme dados já demonstrados pelas Tabelas 1 e 2 da subseção 4.1 (Apresentação geral dos dados coletados).

#### **Bloco II: Indústria 4.0**

Os Gráficos 1 e 2 comparam o conhecimento adquirido pelos discentes a respeito da temática “Indústria 4.0”, diante da condição com a qual os docentes afirmam ministrar aulas sobre esse assunto.

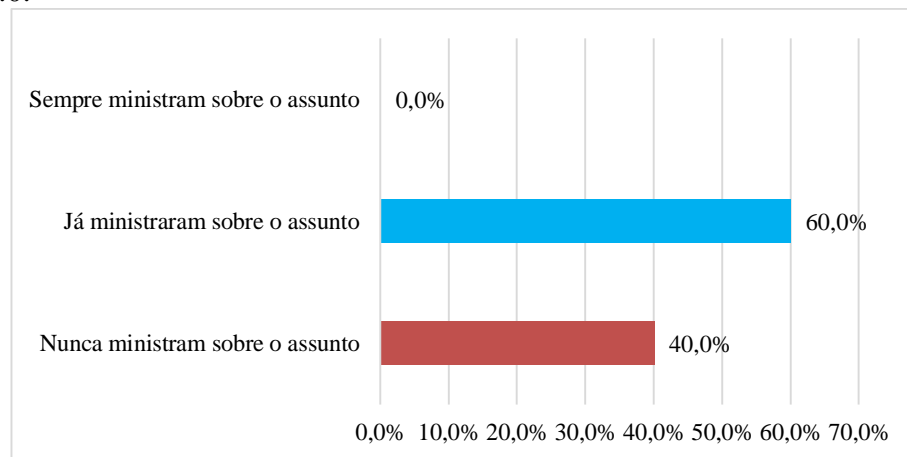
Gráfico 1 - Conhecimento adquirido, pelos discentes da Instituição A, a respeito da temática Indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os dados do Gráfico 1, uma parcela de 18,6% dos estudantes da Instituição A nunca ouviram falar a respeito do tema “Indústria 4.0”. A porcentagem de alunos que conhecem e aplicam o conceito é de 27,1%, enquanto a grande maioria apenas já ouviu falar sobre o assunto, 54,3% dos discentes respondentes.

Gráfico 2 - Intensidade com que os docentes da Instituição A afirmam ministrar aulas sobre Indústria 4.0.



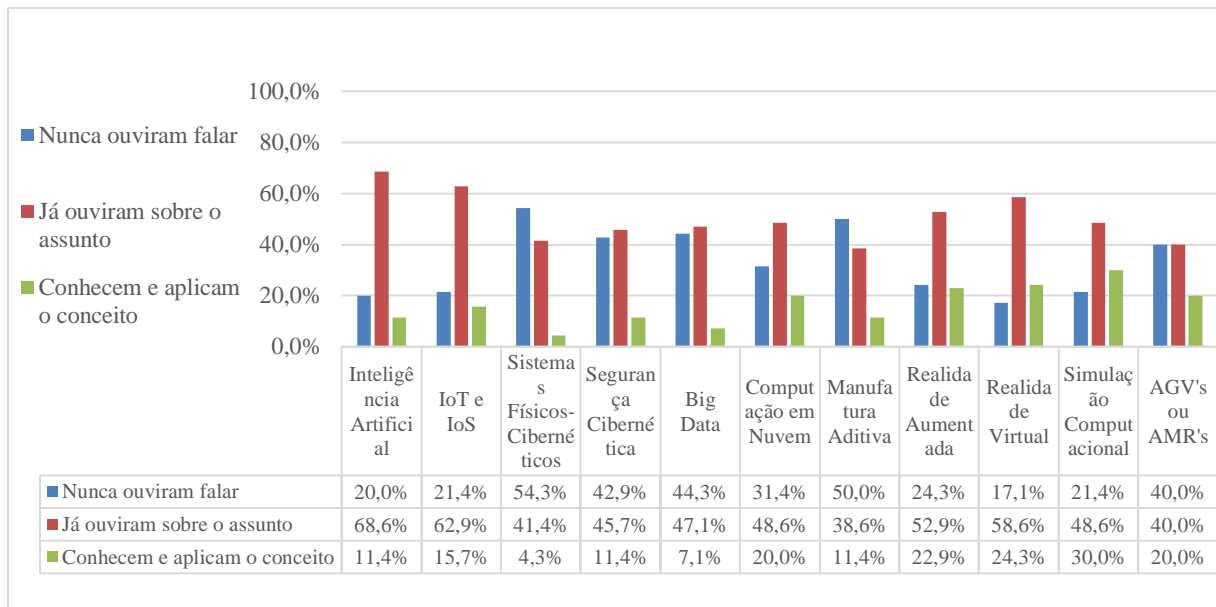
Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados demonstrados no Gráfico 2 apontam que nenhum dos professores respondentes afirmam sempre ministrar sobre “Indústria 4.0”. Em contrapartida, a grande maioria deles (60% dos docentes respondentes) já ministrou alguma vez sobre a temática. Contudo, percentual significativo (40%) dos docentes declaram nunca terem ministrado sobre o tema.

Os Gráficos 3 e 4 demonstram os resultados obtidos para as questões de número 02 a 12 dos questionários aplicados (Apêndices B e C). Por meio desses gráficos, buscou-se contrastar:

(i) o conhecimento que o aluno afirma ter obtido acerca das principais tecnologias e/ou características inerentes à Indústria 4.0, com (ii) a intensidade com que os professores afirmam utilizar dessas tecnologias e/ou características em sua prática de ensino.

Gráfico 3 - Conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição A acerca das tecnologias inerentes à Indústria 4.0.

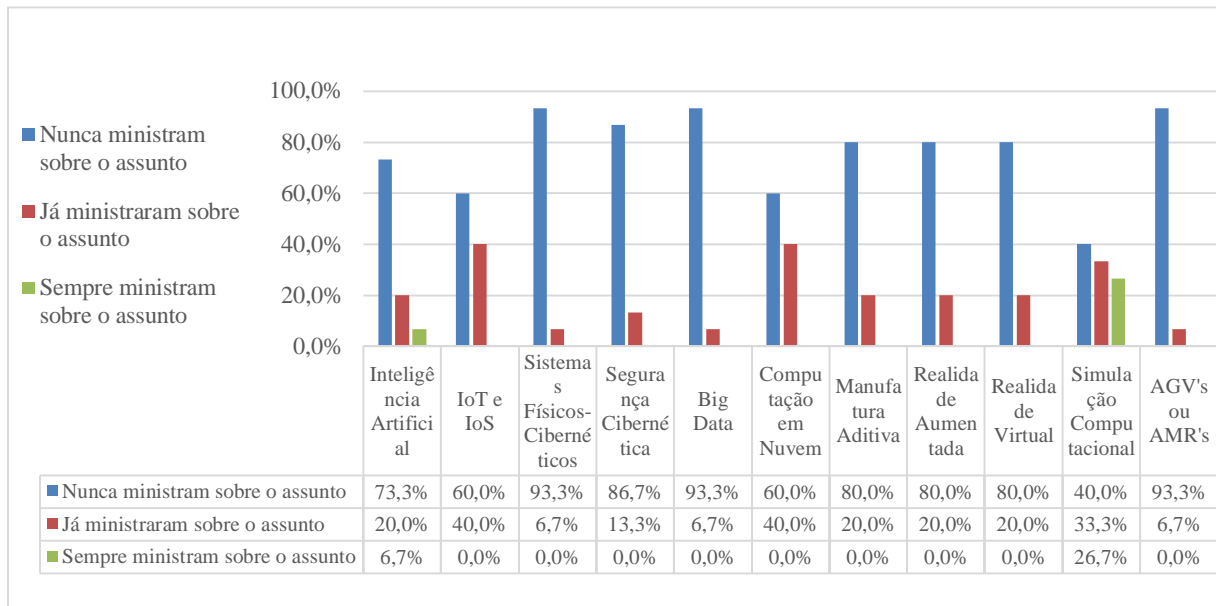


Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme demonstrado no Gráfico 3, é válido ressaltar que o percentual de discentes que “conhecem e aplicam o conceito” só é maior do que o percentual de alunos que “nunca ouviram falar” para as tecnologias “Realidade Virtual” e “Simulação Computacional”, sendo essas tecnologias as mais conhecidas pelos discentes, com 24,3% e 30% respectivamente. Isso corrobora com a interpretação de que a quantidade de alunos que conhecem e aplicam os conceitos das principais tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 ainda é baixa.

É possível perceber, ainda, que as tecnologias menos conhecidas pelos estudantes, que são aquelas em que os percentuais são acima de 40% para a alternativa “nunca ouviram falar”, são: Sistemas Físicos-Cibernéticos (54,3%), Manufatura Aditiva (50%), *Big Data* (44,3%) e Segurança Cibernética (42,9%). Entretanto, os percentuais de estudantes que já ouviram falar a respeito das tecnologias em questão são relativamente altos, estando apenas a “Manufatura Aditiva” com uma porcentagem abaixo de 40%.

Gráfico 4 - Intensidade que os docentes da Instituição A ministram a respeito das tecnologias inerentes à Indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação à intensidade que os docentes utilizam dessas tecnologias em sua prática de ensino, ressalta-se que a porcentagem de professores que “sempre ministram sobre o assunto” é extremamente baixa para todas as tecnologias supracitadas, uma vez que apenas as tecnologias “Simulação Computacional” e “Inteligência Artificial” obtiveram respondentes que consideram “sempre” utilizar dessas tecnologias em sala de aula, com percentuais relativamente baixos, 26,7% e 6,7%, respectivamente.

Considerando aqueles que “já ministraram sobre o assunto”, as tecnologias mais empregadas são: “IoT e IoS” e “Computação em Nuvem”, todas com 40% de adesão por parte dos professores. As outras restantes possuem adesão com menos de 40%, o que demonstra que a maioria das tecnologias é pouco utilizada pelos docentes em suas práticas de ensino.

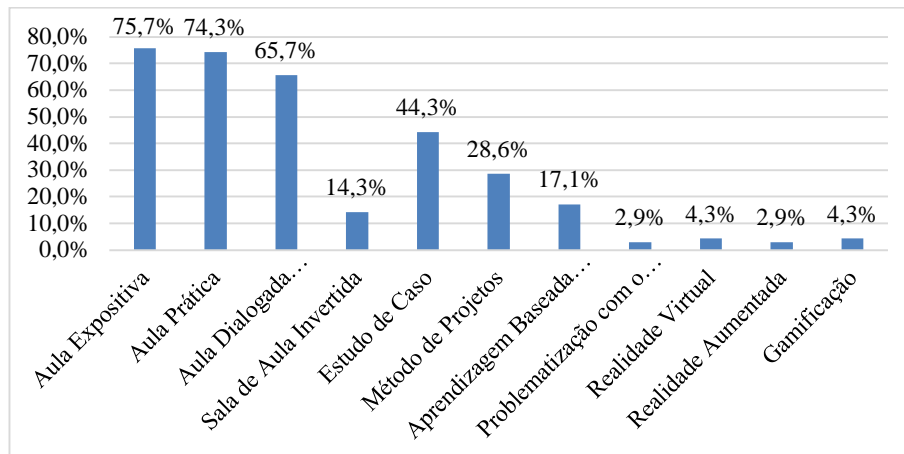
Ainda de acordo com o Gráfico 4, o percentual de professores que “nunca ministram sobre o assunto” está maior ou igual a 40% para todas as tecnologias relacionadas à Indústria 4.0. Esse dado revela, portanto, a quase inexistência da aplicação de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 nos cursos desta instituição.

### Bloco III: Educação 4.0

Neste tópico, analisam-se as perguntas do questionário relacionadas à Educação 4.0. Os Gráficos 5 e 6 trazem os resultados obtidos no que se referem às metodologias de ensino mais utilizadas em sala de aula, sob a ótica discente e docente, respectivamente.



Gráfico 5 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição A, sob a ótica dos discentes.

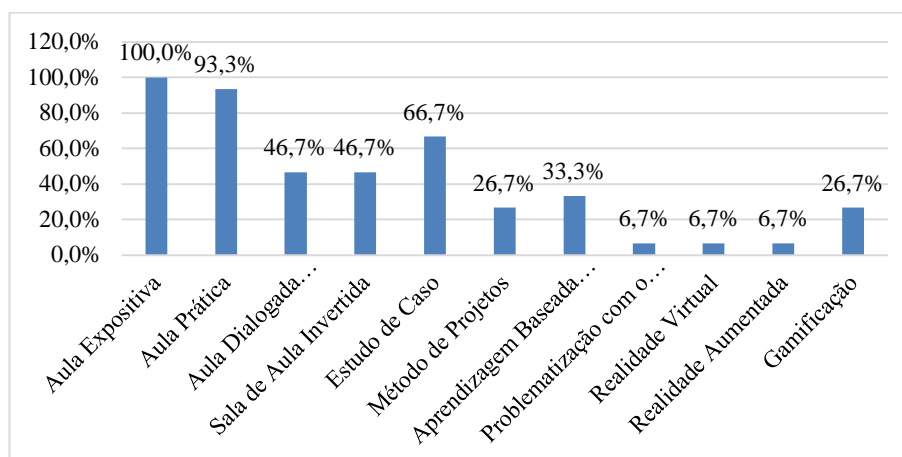


Fonte: Elaborado pela autora.

É possível afirmar, de acordo com o Gráfico 5, que a maior parte das metodologias mais utilizadas em sala de aula na Instituição A, sob a ótica dos discentes, ainda são as metodologias tradicionais de ensino. Essa afirmação se deve aos percentuais de respostas obtidas, os quais sejam: Aula Expositiva (75,7%), Aula Prática (74,3%) e Aula dialogada (65,7%).

Por sua vez, as metodologias ativas, levantadas no referencial teórico deste trabalho, ainda são pouco utilizadas em sala de aula nessa Instituição. A metodologia ativa mais utilizada é o Estudo de Caso, vez que 44,3% dos alunos participantes asseguram fazer parte de sua rotina em sala de aula. Na sequência, aparecem o Método de Projetos (28,6%), a Aprendizagem Baseada em Problemas (17,1%) e a Sala de Aula Invertida (14,3%). Realidade Virtual e “Gamificação” estão entre as metodologias menos utilizadas, com adesão de 4,3% dos alunos, enquanto Problematização com o arco de Maguerez e Realidade Aumentada aparecem com percentual de apenas 2,9% cada.

Gráfico 6 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição A, sob a ótica dos docentes.



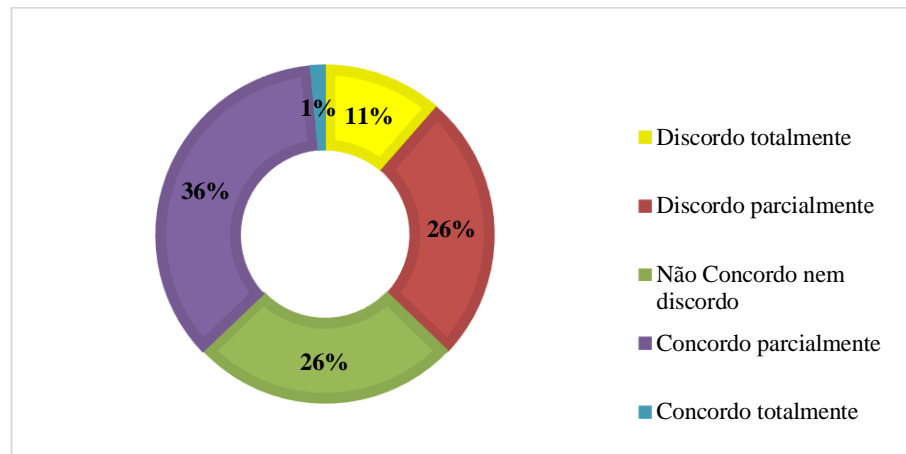
Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando a opinião dos docentes (Gráfico 6) na Instituição A, as metodologias tradicionais de ensino, Aula Expositiva (100%) e Aula Prática (93,3%), são as mais utilizadas em sala de aula, o que se assemelha em grande parte com a opinião dos discentes ilustrada no Gráfico 5. Dentre as metodologias ativas que fomentam a autonomia e a criticidade dos estudantes, aquela com maior adesão por parte dos docentes também foi o Estudo de Caso, dado que 66,7% dos professores respondentes concordam que essa é uma metodologia utilizada por eles em sala de aula.

Em seguida, aparecem a metodologia tradicional de ensino Aula Dialogada e a metodologia ativa Sala de Aula Invertida com um mesmo percentual de adesão, 46,7%. Em sexto lugar, a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas figura com 33,3%, seguida pelo Método de Projetos e pela Gamificação com 26,7% cada um. Por fim, as metodologias menos utilizadas em sala de aula pelos professores são: Problematização com Arco de Maguerez, Realidade Virtual e Realidade Aumentada com percentual de apenas 6,7% cada uma dessas.

Com a décima quarta pergunta do questionário buscou-se, por meio da escala de *Likert*, medir o nível de concordância dos participantes com relação à afirmação de que a instituição de ensino da qual fazem parte prepara o discente para atuar na Indústria 4.0. Os resultados obtidos, sob a ótica discente e docente, são apresentados nos Gráficos 7 e 8, respectivamente.

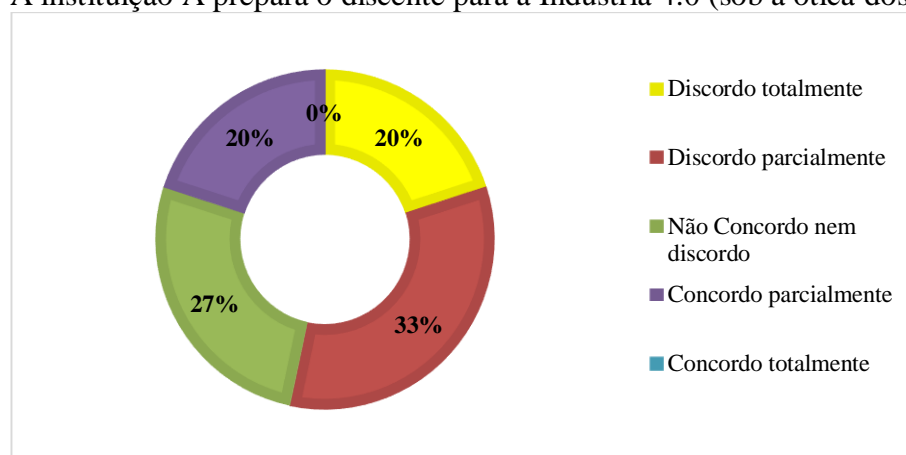
Gráfico 7 - A Instituição A prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos discentes).



Fonte: Elaborado pela autora.

A grande maioria dos discentes da Instituição A concorda parcialmente com a afirmação “Considero que a instituição de ensino, da qual faço parte, preparou-me para utilizar tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 em minha atuação profissional”. Isso denota que 36% dos discentes concordam parcialmente que a afirmativa supracitada possui veracidade. Um percentual de 26% deles não concordaram nem discordaram. O que significa que esses não sabem responder a pergunta. Uma parcela de 26% dos alunos participantes discordou parcialmente. Ademais, 11% dos estudantes discordaram totalmente, ou seja, consideram a afirmativa totalmente errônea, enquanto apenas 1% a consideram 100% verdadeira (GRÁF. 7).

Gráfico 8 - A instituição A prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos docentes).



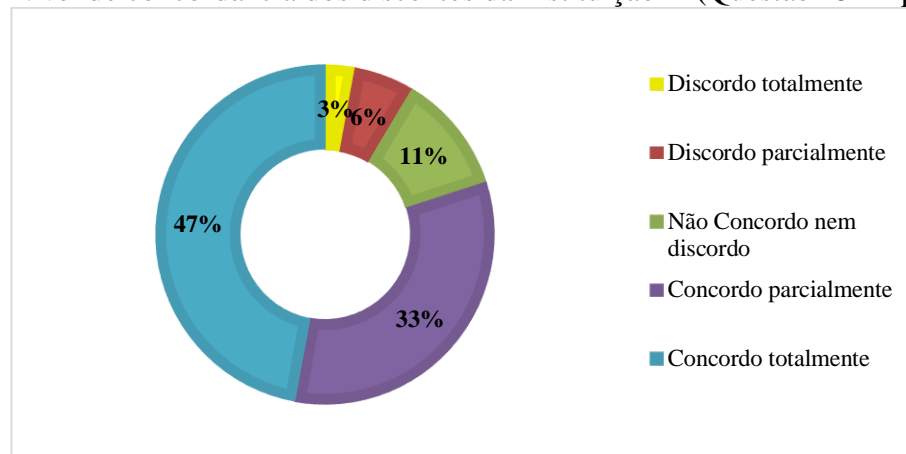
Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se analisar a ótica dos docentes (GRÁF. 8) com relação à afirmativa de que a instituição de ensino da qual fazem parte prepara o discente para a Indústria 4.0, percebe-se que a grande maioria (33% dos professores respondentes) acredita que a referida afirmativa possui

apenas 25% de veracidade, ao optarem pela opção “Discordo parcialmente”. Ainda, 27% dos docentes não se sentem aptos a responderem essa pergunta, uma vez que selecionaram a opção “Não concordo nem discordo”. Aqueles que discordaram totalmente, ou seja, que acreditam que a afirmativa está totalmente incorreta, representam 20%; enquanto 20% concordaram parcialmente e, desta forma, asseguram que a afirmativa em questão apresenta 75% de veracidade. Com relação a essa questão, destaca-se que nenhum dos professores concordaram que a afirmativa seja 100% verdadeira.

Também buscou-se medir o nível de concordância dos participantes (discentes e docentes) com relação à seguinte afirmação: “A utilização de tecnologias, tais como: Simulação Computacional, Realidade Virtual e Aumentada, dentre outras, no processo de ensino-aprendizagem, é extremamente importante”. Os gráficos 9 e 10 exibem os resultados das respostas obtidas para a décima quinta pergunta dos questionários (Apêndices B e C).

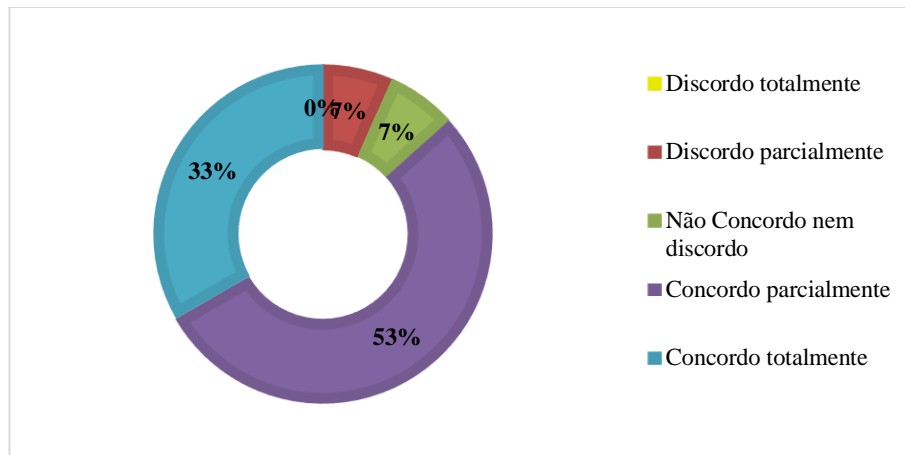
Gráfico 9 - Nível de concordância dos discentes da Instituição A (Questão 15 - Apêndice B).



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 9 aponta que grande parte dos discentes pesquisados acredita que a utilização de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem seja extremamente importante, haja vista que 47% deles selecionaram a opção “Concordo totalmente” e 33% marcaram a opção “Concordo parcialmente”. Ademais, 11% não souberam responder, 6% acreditam que a afirmação possui apenas 25% de veracidade, e apenas 3% discordaram totalmente com a afirmativa supracitada.

Gráfico 10 - Nível de concordância dos docentes da Instituição A (Questão 15 - Apêndice C).

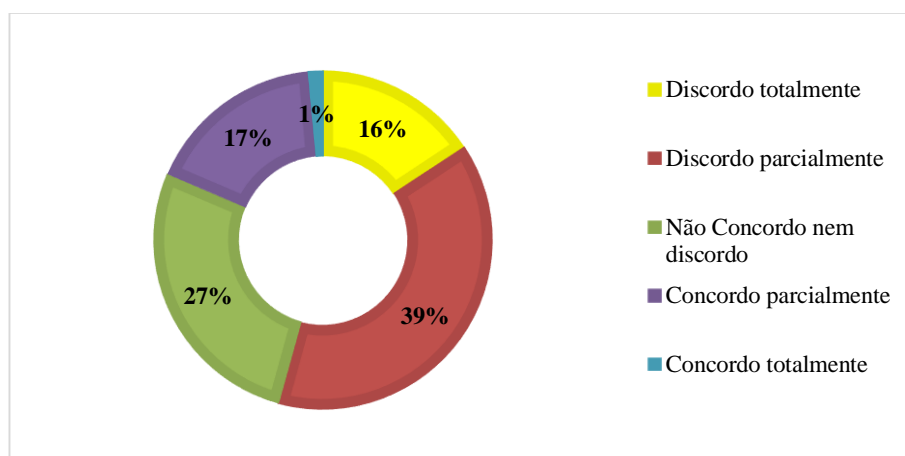


Fonte: Elaborado pela autora.

Os docentes da Instituição A, em sua grande maioria, também acreditam que a utilização de tecnologias, no processo de ensino-aprendizagem, é fundamental, uma vez que as opções “Concordo parcialmente” e “Concordo totalmente” resultam em 86% das respostas dadas pelos professores participantes. Ainda, 7% dos professores não souberam responder, ao selecionarem a opção “Não concordo nem discordo”; 7% discordaram parcialmente, e nenhum dos docentes discordaram totalmente, o que significa que nenhum deles acredita que a afirmativa esteja completamente equivocada.

Por fim, a última pergunta do questionário buscou avaliar se os planos de ensino dos cursos da Instituição A estão preparados para o cenário da Indústria 4.0, considerando as opiniões dos discentes e dos docentes. Os Gráficos 11 e 12 mostram os resultados obtidos.

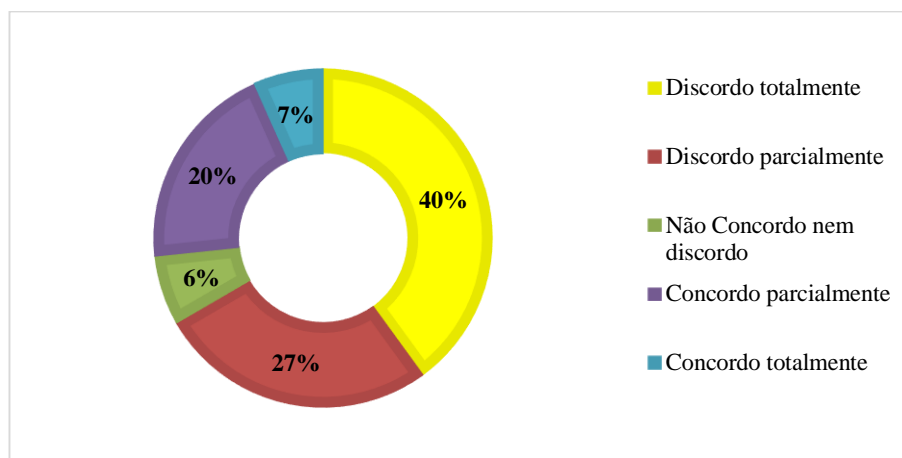
Gráfico 11- Adequação dos planos de ensino da Instituição A à Indústria 4.0, sob a ótica dos discentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

No tocante à adequação dos planos de ensino ao contexto da Indústria 4.0 (GRÁF. 11), os dados obtidos mostram que 39% dos discentes discordaram parcialmente com a seguinte afirmativa: “Os planos de ensino do meu curso estão preparados para o cenário da Indústria 4.0”. O que significa que esses respondentes acreditam que a afirmação tenha apenas 25% de veracidade. 27% dos alunos não foram capazes de responder a pergunta; 17% concordaram parcialmente, ou seja, acreditam que a afirmativa tenha 75% de veracidade; 16% discordaram totalmente, e asseguram que os planos de ensino não estão preparados para o novo cenário; e apenas 1% dos alunos concordaram totalmente.

Gráfico 12 - Adequação dos planos de ensino da Instituição A à Indústria 4.0, sob a ótica dos docentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo o ponto de vista docente (GRÁF. 12), 40% dos professores consideram que a afirmação “Os planos de ensino do curso que faço parte como docente estão preparados para o cenário da Indústria 4.0” está totalmente equivocada, discordando totalmente com essa afirmação. Outros 27% discordaram parcialmente; 20% concordaram parcialmente; 7% concordaram totalmente e 6% não souberam responder a pergunta.

Em ambas opiniões (discentes e docentes), o percentual de participantes que marcaram as opções “Discordo totalmente” e “Discordo parcialmente” somam mais de 50% dos respondentes, fato que sinaliza para uma não adequação dos planos de ensino ao novo contexto. Essa “não adequação” também pôde ser percebida no mapeamento realizado (Quadro 5) a partir dos planos de ensino da Instituição A, o qual confirma a presença de uma única tecnologia inerente à Indústria 4.0, Simulação Computacional, presente na grade curricular e ementas das disciplinas afins com a Indústria, do curso de Engenharia de Minas.

#### 4.2.2.2 Instituição B

Neste tópico são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos referentes à Instituição B, considerando cada bloco de perguntas presentes nos questionários aplicados (cf. Apêndices B e C deste trabalho).

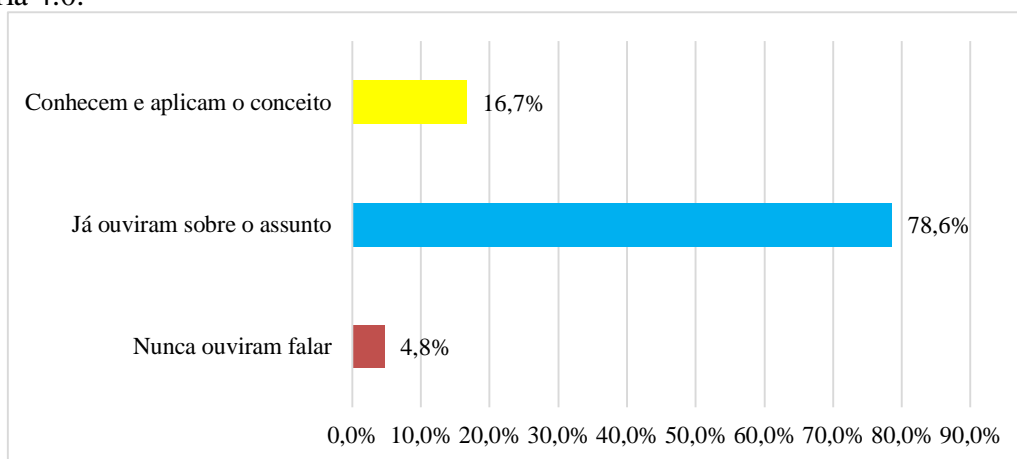
##### Bloco I: Perfil do respondente

Neste bloco apenas buscou-se identificar a modalidade do curso que o respondente faz parte, técnico ou superior, conforme dados já demonstrado pelas tabelas 1 e 2 da subseção 4.1 (Apresentação geral dos dados coletados).

##### Bloco II: Indústria 4.0

Os Gráficos 13 e 14 comparam o conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição B a respeito da temática “Indústria 4.0”, haja vista a intensidade com que os docentes dessa mesma Instituição afirmam ministrar aulas sobre esse assunto.

Gráfico 13 - Conhecimento adquirido, pelos discentes da Instituição B, a respeito da temática Indústria 4.0.

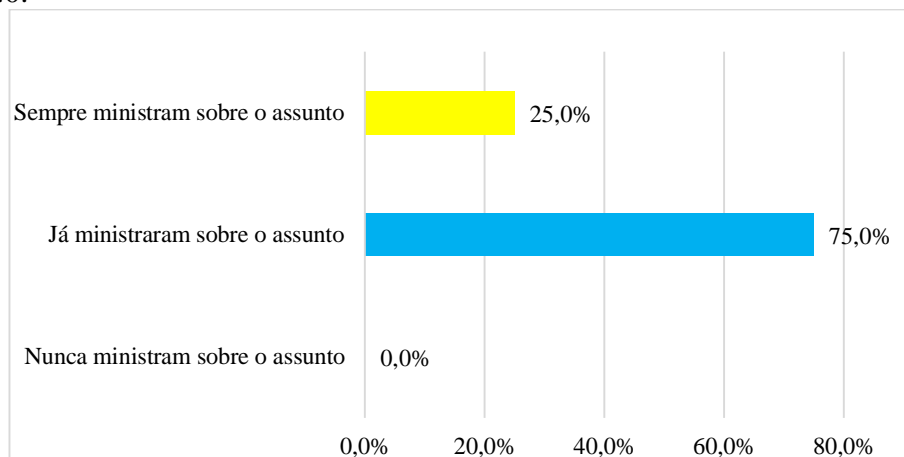


Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os dados do Gráfico 13, 4,8% dos estudantes da Instituição B nunca ouviram falar a respeito do tema “Indústria 4.0”. A porcentagem de alunos que conhecem e aplicam o conceito é de 16,7%, enquanto a grande maioria apenas já ouviu falar sobre o assunto (78,6% dos discentes respondentes). Ao se comparar esses dados com aqueles encontrados para a Instituição A (Gráfico 1), é possível dizer que os alunos que nunca ouviram falar a respeito

da temática central deste trabalho é maior na Instituição A (18,6%) enquanto que, na Instituição B, apenas 4,8% dos estudantes ainda não ouviram sobre o novo conceito.

Gráfico 14 - Intensidade com que os docentes da Instituição B afirmam ministrar aulas sobre Indústria 4.0.



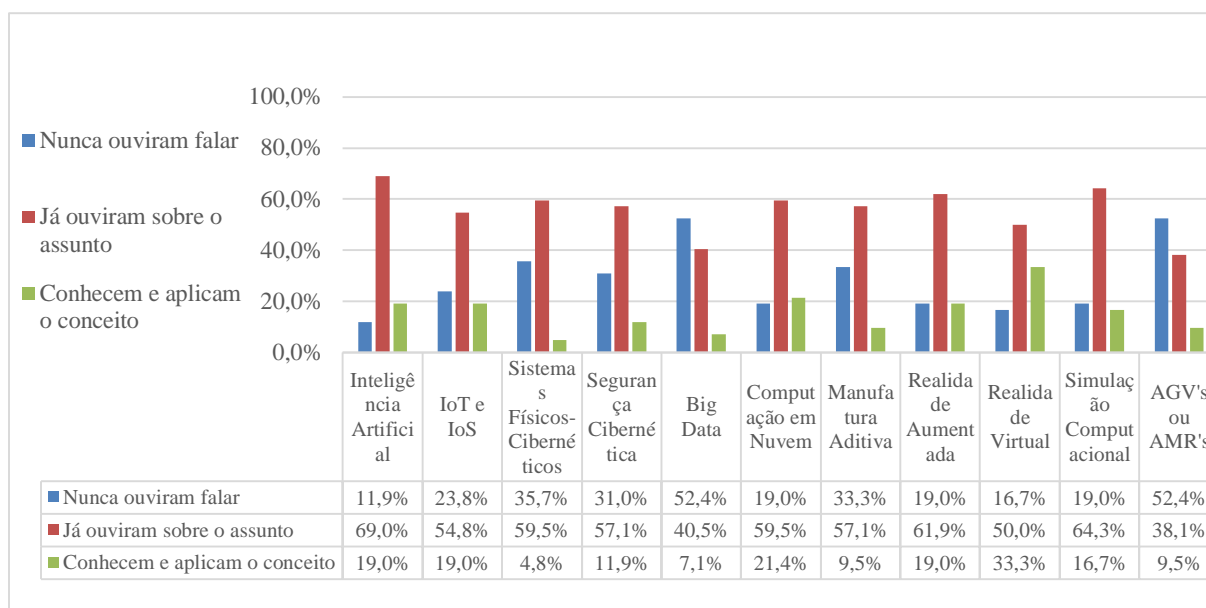
Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados demonstrados no Gráfico 14 apontam que 25% dos docentes respondentes afirmaram sempre ministrar sobre “Indústria 4.0”, enquanto a grande maioria deles (75% dos docentes respondentes) já ministraram alguma vez sobre a temática. Outro dado relevante refere-se ao fato de absolutamente nenhum docente da Instituição B declarar nunca ministrar sobre o tema.

Os Gráficos 15 e 16 expõem os resultados obtidos para as questões de número 02 a 12 dos questionários aplicados (Apêndices B e C). Por meio desses Gráficos, busca-se contrastar: (i) o conhecimento que o aluno afirma ter obtido acerca das principais tecnologias e/ou características inerentes à Indústria 4.0 com (ii) a intensidade que os professores afirmam utilizar dessas tecnologias e/ou características em sua prática de ensino.



Gráfico 15 - Conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição B acerca das tecnologias inerentes à Indústria 4.0.

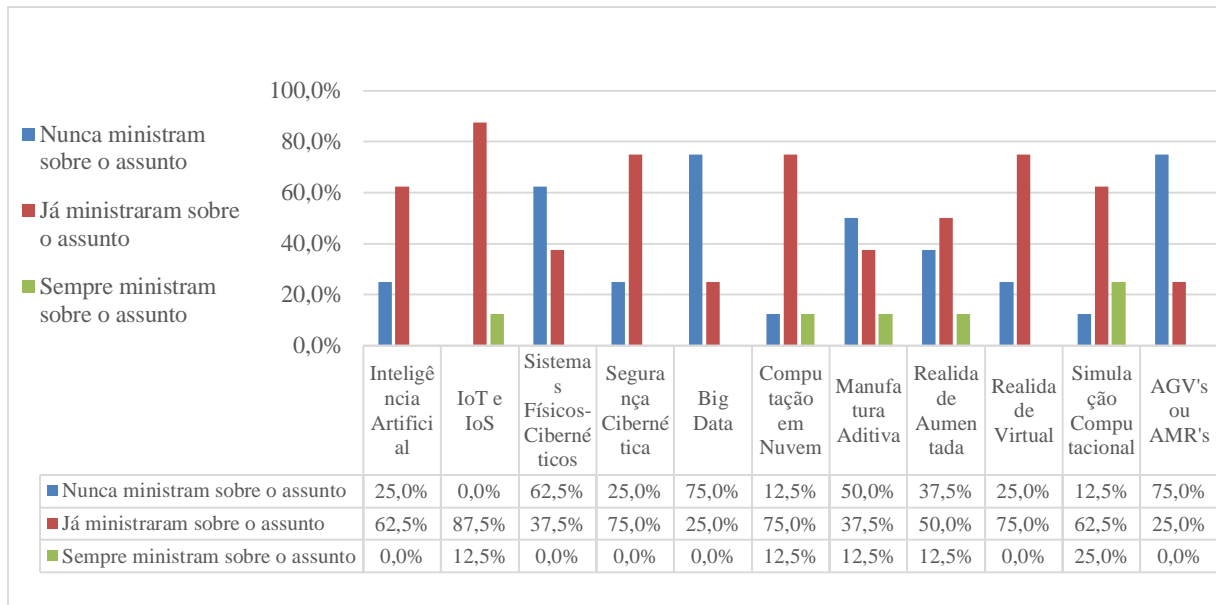


Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme evidenciado no Gráfico 15, é válido ressaltar que o percentual de discentes que “conhecem e aplicam o conceito” só é maior do que o percentual de alunos que “nunca ouviram falar” para as tecnologias “Inteligência Artificial”, “Computação em Nuvem” e “Realidade Virtual”. Conforme o referido gráfico, essas tecnologias são as mais conhecidas pelos discentes, com 19%, 21,4% e 33,3% respectivamente. Isso corrobora com a interpretação de que a quantidade de alunos que conhecem e aplicam os conceitos das principais tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 ainda é baixa.

É possível perceber, também, que as tecnologias menos conhecidas pelos estudantes, isto é, aquelas em que os percentuais são acima de 40% para a alternativa “nunca ouviram falar”, são: *Big Data* (52,4%) e *AGV's ou AMR's* (52,4%). Salienta-se que, enquanto na Instituição A há quatro tecnologias com os percentuais acima de 40% para aqueles que “nunca ouviram falar” (GRÁF. 3), a Instituição B apresenta somente duas tecnologias menos conhecidas entre os estudantes. Por fim, os percentuais de estudantes na Instituição B que já ouviram falar a respeito das tecnologias em questão são relativamente altos, estando apenas os “AGV's ou AMR's” com uma porcentagem abaixo de 40%.

Gráfico 16 - Intensidade que os docentes da Instituição B ministram a respeito das tecnologias inerentes à Indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação à intensidade que os docentes utilizam dessas tecnologias em sua prática de ensino, enfatiza-se que a porcentagem de professores que “sempre ministram sobre o assunto” é extremamente baixa para todas as tecnologias supracitadas, uma vez que cinco das tecnologias supracitadas obtiveram respondentes que consideram “sempre” utilizar essas tecnologias em sala de aula, com percentuais relativamente baixos, a saber: IoT e IoS (12,5%); Computação em Nuvem (12,5%); Manufatura Aditiva (12,5%); Realidade Aumentada (12,5%) e Simulação Computacional (25%).

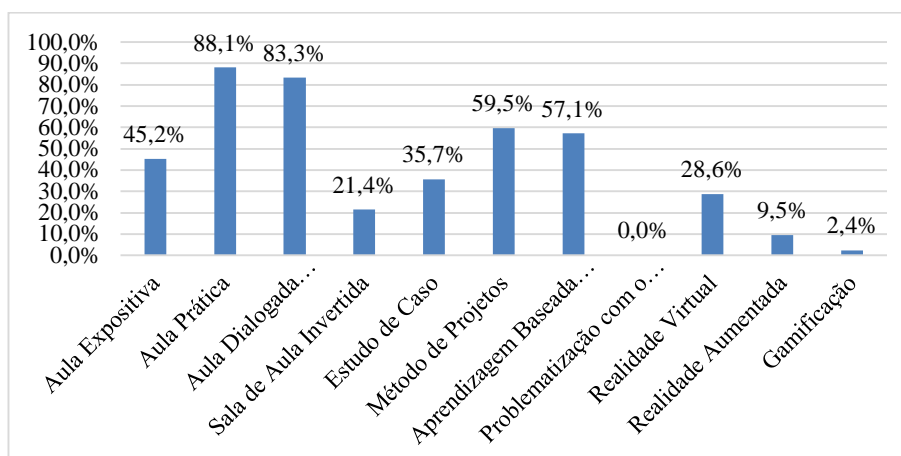
Considerando aqueles que “já ministraram sobre o assunto”, os percentuais são relativamente altos, uma vez que sete das onze tecnologias apresentam percentuais com 50% ou mais, sendo possível estabelecer a seguinte ordem de adesão: IoT e IoS (87,5%); Segurança Cibernética, Computação em Nuvem e Realidade Virtual (75% cada uma); Inteligência Artificial e Simulação Computacional (ambas com 62,5%); e Realidade Aumentada (50%).

Ainda de acordo com o Gráfico 16, o percentual de professores que “nunca ministraram sobre o assunto” está maior ou igual a 40% para as seguintes tecnologias: *Big Data* e AGV's ou AMR's (75% cada); Sistemas Físico Cibernéticos (62,5%) e Manufatura Aditiva (50%). Enquanto esses percentuais eram acima de 40% para todas as tecnologias, ao se confrontar as respostas dos docentes da Instituição A (GRÁF. 4) com as da Instituição B, somente quatro das onze tecnologias possuem percentuais altos de docentes que nunca ministram a respeito. Mais uma vez, é possível perceber que a Instituição B está mais engajada no que tange ao uso dessas tecnologias do que Instituição A.

### Bloco III: Educação 4.0

Neste tópico, analisam-se as perguntas do questionário relacionadas à Educação 4.0. Os Gráficos 17 e 18 trazem os resultados obtidos no que se referem às metodologias de ensino mais utilizadas em sala de aula, sob a ótica discente e docente, respectivamente.

Gráfico 17 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição B, sob a ótica dos discentes.

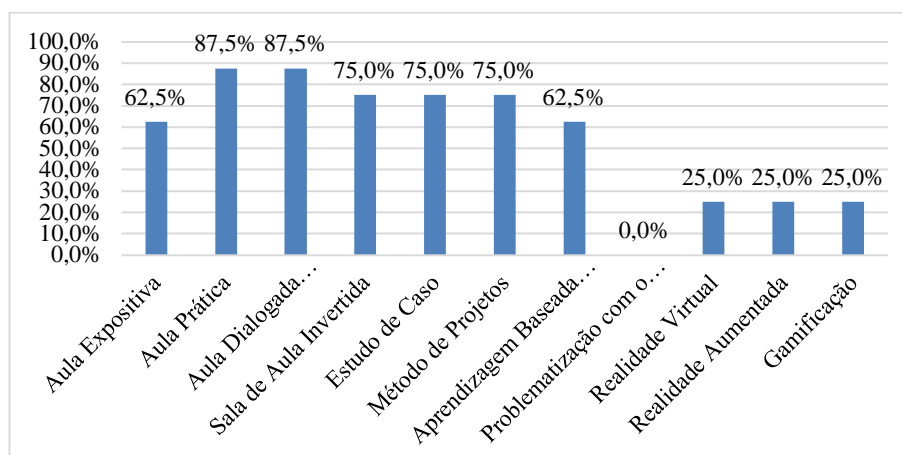


Fonte: Elaborado pela autora.

É possível afirmar, de acordo com o Gráfico 17, que as quatro metodologias mais empregadas em sala de aula, sob a ótica discente, são duas, ambas atreladas ao ensino tradicional, quais sejam: Aula Prática (88,1%) e Aula Dialogada (83,3%). Entretanto, as outras duas mais aplicadas são metodologias ativas, levantadas no referencial teórico deste trabalho como sendo metodologias voltadas para o novo contexto de Indústria 4.0, a saber: Métodos de Projetos (59,5%) e Aprendizagem Baseada em Problemas (57,1%). Em vista desses dados, é possível se afirmar que a Instituição B, ao contrário da Instituição A, vem aplicando metodologias ativas em suas práticas de ensino.

Em sequência às quatro tecnologias mais utilizadas, aparecem: a metodologia Aula Expositiva (45,2% dos discentes respondentes) e Estudo de Caso (35,7%). Todas as demais apresentam-se com percentuais relativamente baixos, estando com menos de 30% de adesão por parte dos alunos.

Gráfico 18 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição B, sob a ótica dos docentes.



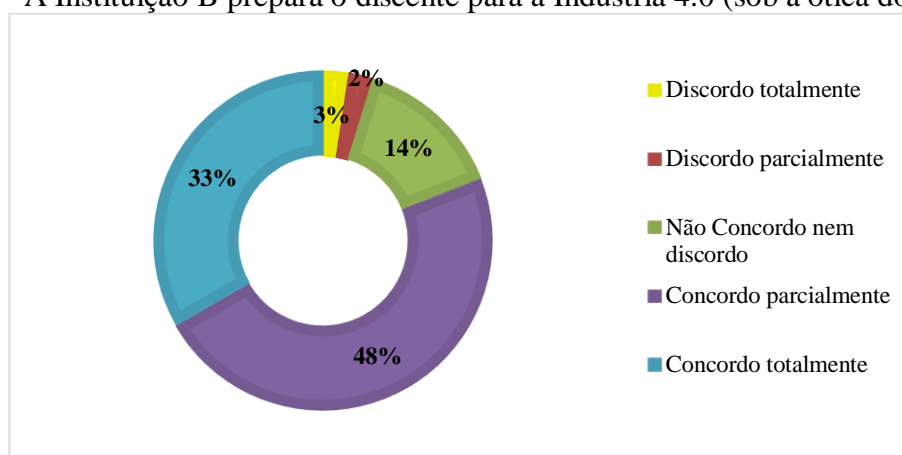
Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando a opinião dos docentes (GRÁF. 18), as metodologias tradicionais de ensino: Aula Prática e Aula Dialogada (ambas com 87,5%) são as mais utilizadas em sala de aula, o que condiz com a opinião dos discentes, ilustrada no Gráfico 17. Dentre as metodologias ativas que fomentam a autonomia e a criticidade dos estudantes, aquelas com maior adesão por parte dos professores foram: Sala de Aula Invertida, Estudo de Caso e Método de Projetos, as quais figuram com 75%. Na sequência aparecem as metodologias Aula Expositiva e Aprendizagem Baseada em Problemas, ambas com adesão de 62,5% dos professores. Sobre esses dados, vale ressaltar que o método mais tradicional de ensino, Aula Expositiva, cuja utilização não é bem vista perante ao novo cenário que se vive, aparece em quinto lugar na ordem dos mais utilizados. Ou seja, isso demonstra que os professores dessa Instituição estão substituindo os métodos tradicionais por metodologias ativas condizentes com as demandas da atualidade.

Por fim, as metodologias menos utilizadas em sala de aula pelos professores são: Problematização com Arco de Maguerz (0%); Realidade Virtual”, Realidade Aumentada e Gamificação com o percentual de 25% cada uma dessas.

Com a décima quarta pergunta do questionário buscou-se, através da escala de *Likert*, medir o nível de concordância dos participantes com relação à afirmação de que a instituição de ensino da qual fazem parte prepara o discente para atuar na Indústria 4.0. Os resultados obtidos, sob a ótica discente e docente, são apresentados nos Gráficos 19 e 20, respectivamente.

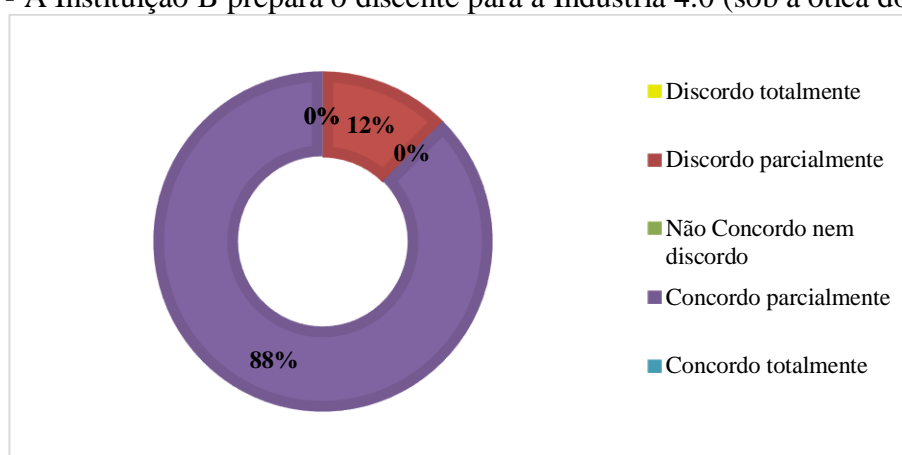
Gráfico 19 - A Instituição B prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos discentes).



Fonte: Elaborado pela autora.

A grande maioria dos discentes concorda parcialmente com a afirmação “Considero que a instituição de ensino, da qual faço parte, preparou-me para utilizar tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 em minha atuação profissional”. Isso denota que 48% dos discentes acreditam que a afirmativa supracitada possui 75% de veracidade. Ademais, 14% deles não concordaram nem discordaram, o que significa que esses não sabem responder à pergunta. 2% dos alunos participantes discordaram parcialmente, isto é, acreditam que a afirmativa em questão possui apenas 25% de veracidade. Na sequência, 3% dos estudantes discordaram totalmente, ou seja, consideram a afirmativa totalmente errônea, enquanto, por fim, 33% a consideraram 100% verdadeira.

Gráfico 20 - A Instituição B prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos docentes).



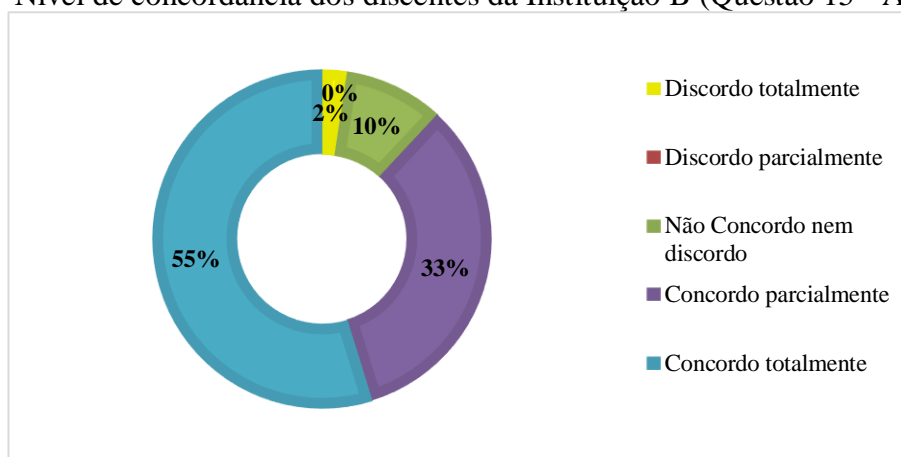
Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se analisar a ótica dos docentes com relação à afirmativa de que a Instituição de ensino da qual fazem parte prepara o discente para a Indústria 4.0, percebe-se que a grande maioria (88% dos professores respondentes) acredita que a referida afirmativa possui 75% de

veracidade, ao marcarem a opção “Concordo parcialmente”, o que condiz com a opinião dos discentes (Gráfico 19). Percentual de 12% discordaram parcialmente, ou seja, asseguram que a afirmativa tenha apenas 25% de veracidade. Pode-se dizer que nenhum dos docentes concordaram que a afirmativa seja 100% verdadeira ou totalmente errônea. Entretanto, todos eles se consideraram aptos a responderem a questão, uma vez que nenhum deles optaram por marcar a alternativa “Não concordo nem discordo”.

Também buscou-se medir o nível de concordância dos participantes da Instituição B (discentes e docentes) com relação à seguinte afirmação: “A utilização de tecnologias, tais como: Simulação Computacional, Realidade Virtual e Aumentada, dentre outras, no processo de ensino-aprendizagem, é extremamente importante”. Os Gráficos 21 e 22 exibem os resultados das respostas obtidas para a décima quinta pergunta dos questionários (Apêndices B e C).

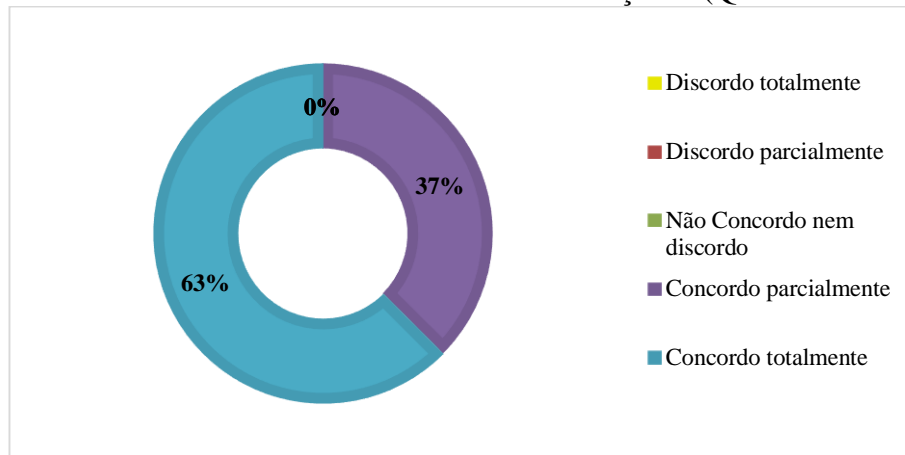
Gráfico 21- Nível de concordância dos discentes da Instituição B (Questão 15 - Apêndice B).



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 21 aponta que grande parte dos discentes pesquisados acredita que a utilização de tecnologias, no processo de ensino-aprendizagem, é extremamente importante, haja vista que 55% deles selecionaram a opção “Concordo totalmente” e 33% marcaram a opção “Concordo parcialmente”. E ainda, 10% não souberam responder, 2% discordaram totalmente com a afirmativa supracitada e nenhum dos respondentes acredita que a afirmação possui apenas 25% de veracidade.

Gráfico 22 - Nível de concordância dos docentes da Instituição B (Questão 15 - Apêndice C).

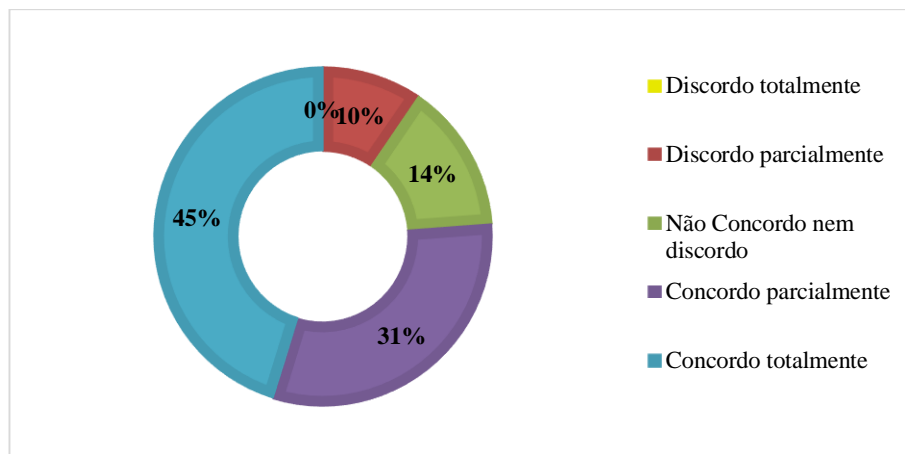


Fonte: Elaborado pela autora.

Os docentes da Instituição B, em sua grande maioria, também acreditam que a utilização de tecnologias, no processo de ensino-aprendizagem, é fundamental, uma vez que as opções “Concordo parcialmente” e “Concordo totalmente” resultaram em 100% das respostas dadas pelos professores participantes. Ante a isso, todas as outras alternativas não obtiveram marcações.

Por fim, a última pergunta do questionário buscou avaliar se os planos de ensino dos cursos da Instituição B estão preparados para o cenário da Indústria 4.0, considerando as opiniões dos discentes e dos docentes. Os Gráficos 23 e 24 mostram os resultados alcançados.

Gráfico 23 - Adequação dos planos de ensino da Instituição B à Indústria 4.0, sob a ótica dos discentes.

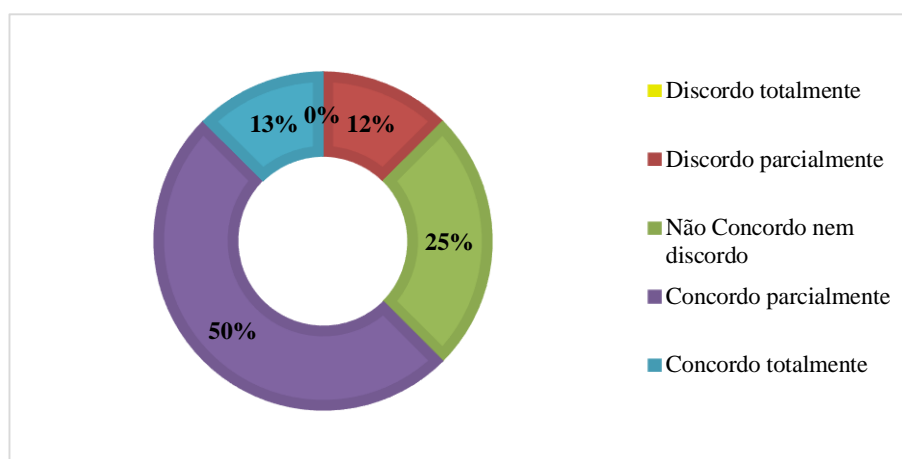


Fonte: Elaborado pela autora.

No tocante à adequação dos planos de ensino ao contexto atual (Gráfico 23), os dados mostram que 45% dos discentes concordaram totalmente com a seguinte afirmativa: “Os planos de ensino do meu curso estão preparados para o cenário da Indústria 4.0”, o que significa que

esses respondentes acreditam que a afirmação tenha 100% de veracidade. Além disso, 31% dos alunos asseguram que a presente afirmativa tenha 75% de veracidade. Ademais, 14% dos alunos não foram capazes de responder à pergunta; 10% discordaram parcialmente, ou seja, acreditam que a afirmativa tenha apenas 25% de veracidade, e nenhum dos discentes respondentes discordaram totalmente, isto é, ratificam que os planos de ensino não estão preparados para o novo cenário.

Gráfico 24 - Adequação dos planos de ensino da Instituição B à Indústria 4.0, sob a ótica dos docentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo o ponto de vista docente (Gráfico 24), 50% dos professores concordaram parcialmente com a afirmação “Os planos de ensino do curso que faço parte como docente estão preparados para o cenário da Indústria 4.0”, isto é, asseguram que a afirmação tenha 75% de veracidade. Parcela de 25% não soube responder à pergunta; 13% concordaram totalmente e 12% discordaram parcialmente. Nenhum dos docentes discordaram totalmente da afirmação.

Os dados demonstrados pelos Gráficos 23 e 24, revelam que, na opinião da maioria dos discentes e docentes da Instituição B, os planos de ensino dessa instituição abordam os aspectos atinentes à Indústria 4.0.

#### 4.2.2.3 Instituição C

Neste tópico são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos referentes à Instituição C, considerando cada bloco de perguntas presentes nos questionários aplicados (cf. Apêndices B e C deste trabalho).



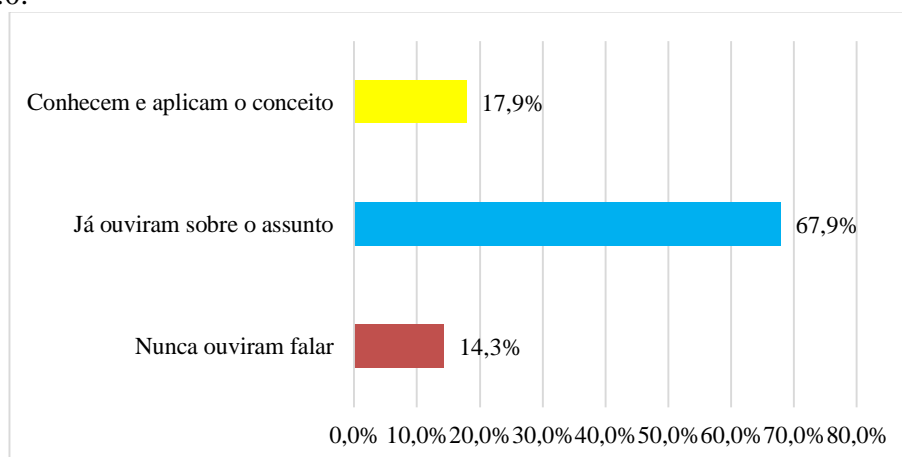
## Bloco I: Perfil do respondente

Neste bloco apenas buscou-se identificar a modalidade do curso que o respondente faz parte, técnico ou superior, conforme dados já demonstrado pelas tabelas 1 e 2 da subseção 4.1 (Apresentação geral dos dados coletados).

## Bloco II: Indústria 4.0

Os Gráficos 25 e 26 comparam o conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição C a respeito da temática “Indústria 4.0”, haja vista a intensidade com que os docentes dessa mesma Instituição afirmam ministrar aulas sobre esse assunto.

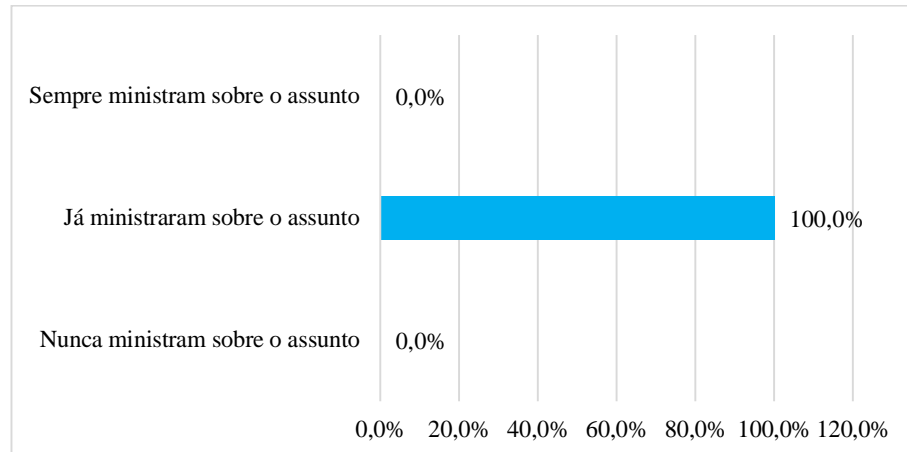
Gráfico 25 - Conhecimento adquirido, pelos discentes da Instituição C, a respeito da temática Indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 25 expõe que 14,3% dos estudantes da Instituição C nunca ouviram falar a respeito do tema “Indústria 4.0”. A porcentagem de alunos que conhecem e aplicam o conceito é de 17,9%, enquanto a grande maioria apenas já ouviu falar sobre o assunto, 67,9% dos discentes respondentes. Comparando esses dados com aqueles obtidos nas duas outras Instituições pesquisadas (Gráficos 1 e 13), percebe-se que o percentual de alunos que “nunca ouviram falar” acerca do tema Indústria 4.0 é maior na Instituição A (18,6% dos discentes participantes).

Gráfico 26 - Intensidade com que os docentes da Instituição C afirmam ministrar aulas sobre Indústria 4.0.

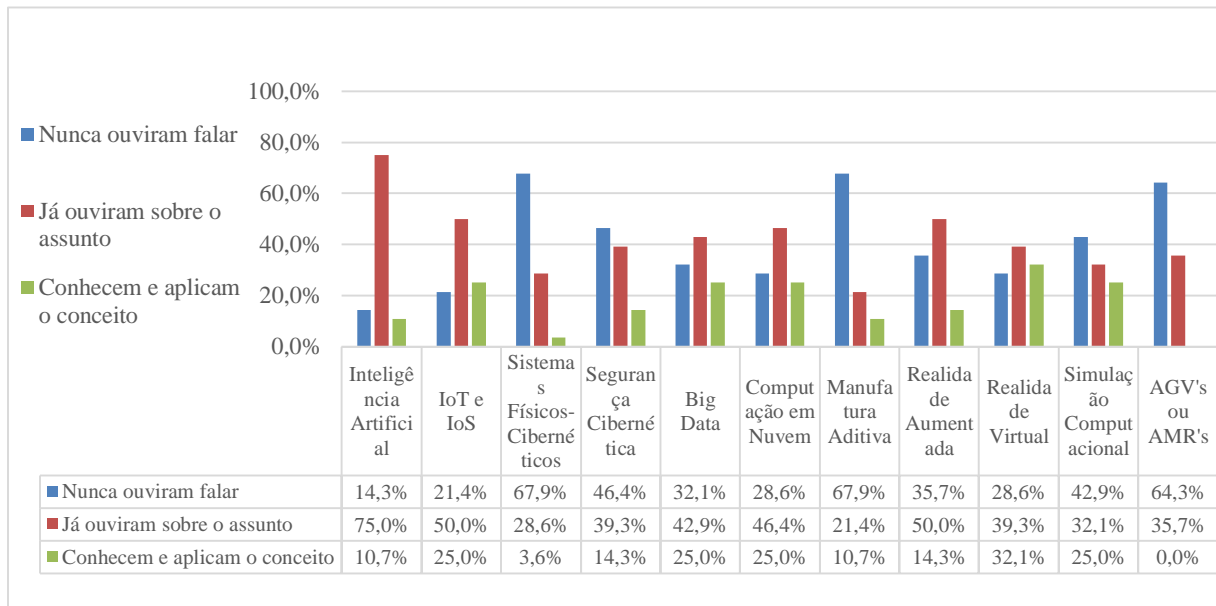


Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados demonstrados no Gráfico 26 apontam que 100% dos docentes respondentes afirmaram já terem ministrado aulas sobre “Indústria 4.0”. Logo, nenhum dos participantes marcaram as opções “sempre ministram sobre o assunto” e “nunca ministraram sobre o assunto”.

Os Gráficos 27 e 28 exibem os resultados para as questões de número 02 a 12 dos questionários aplicados (Apêndices B e C). Por meio desses Gráficos, busca-se contrastar: (i) o conhecimento que o aluno afirma ter obtido acerca das principais tecnologias e/ou características inerentes à Indústria 4.0 com (ii) a intensidade que os professores afirmam utilizar dessas tecnologias e/ou características em sua prática de ensino.

Gráfico 27 - Conhecimento adquirido pelos discentes da Instituição C acerca das tecnologias inerentes à Indústria 4.0.



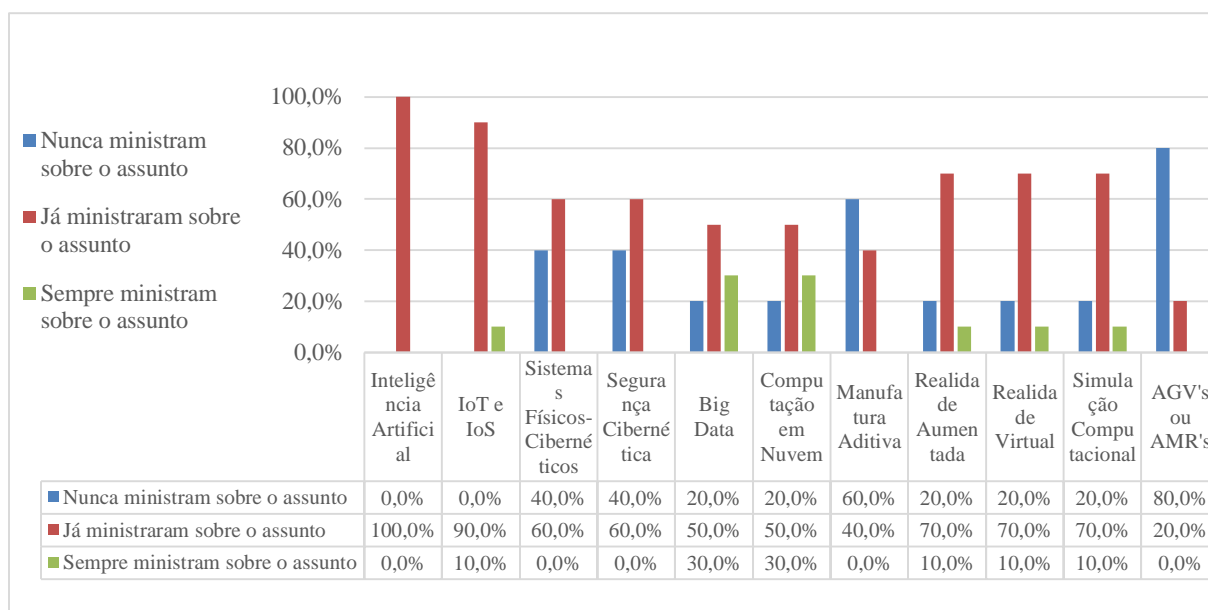
Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme evidenciado no Gráfico 27, o percentual de discentes que “conhecem e aplicam o conceito” só é maior do que o percentual de alunos que “nunca ouviram falar” para as tecnologias “IoT e IoS” e “Realidade Virtual”, sendo essas tecnologias as mais conhecidas pelos discentes, com 25% e 32,1%, respectivamente. Isso corrobora com a interpretação de que a quantidade de alunos que conhecem e aplicam os conceitos das principais tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 ainda é baixa.

É possível perceber, também, que as tecnologias menos conhecidas pelos estudantes, isto é, aquelas em que os percentuais são acima de 40% para a alternativa “nunca ouviram falar”, são: Sistemas Físicos Cibernéticos e Manufatura Aditiva (ambas com 67,9%); AGV’s ou AMR’s (64,3%); Segurança Cibernética (46,4%) e Simulação Computacional (42,9%).

Por fim, os percentuais de estudantes na Instituição C que “já ouviram sobre o assunto” estão abaixo de 40% para seis das tecnologias abordadas, quais sejam: Segurança Cibernética e Realidade Virtual (ambas com 39,3%); AGV’s ou AMR’s (35,7%); Sistemas Físicos Cibernéticos (28,6%); Simulação Computacional (25%) e Manufatura Aditiva (21,4%).

Gráfico 28 - Intensidade que os docentes da Instituição C ministram a respeito das tecnologias inerentes à Indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação à intensidade que os docentes se utilizam dessas tecnologias em sua prática de ensino, destaca-se que a porcentagem de professores que “sempre ministram sobre o assunto” é extremamente baixa para todas as tecnologias supracitadas, uma vez que seis das tecnologias supracitadas obtiveram respondentes que consideram “sempre” utilizá-las em sala de aula, com percentuais relativamente baixos: *Big Data* e *Computação em Nuvem* (ambas com 30%); e as tecnologias *IoT e IoS*, *Realidade Aumentada*, *Realidade Virtual* e *Simulação Computacional* (10% cada uma delas).

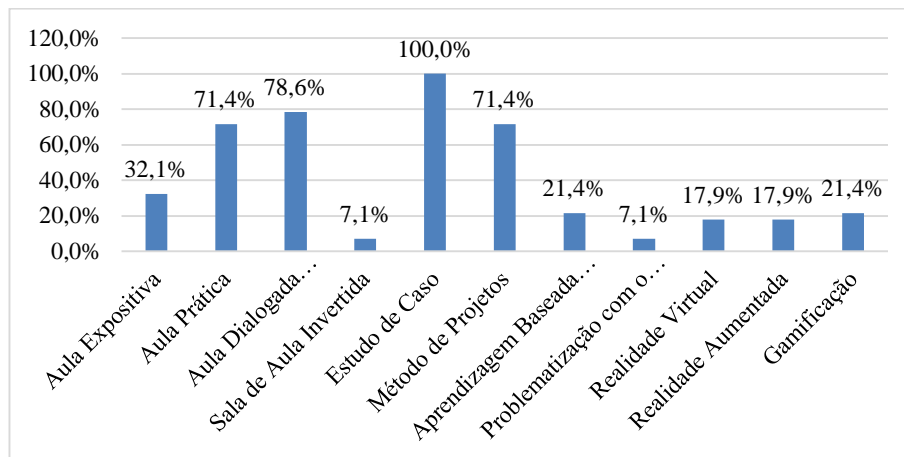
Considerando aqueles que “já ministraram sobre o assunto”, os percentuais são relativamente altos, uma vez que apenas duas das tecnologias apresentaram percentuais iguais ou abaixo de 40%, quais sejam: *Manufatura Aditiva* (40%) e *AGV's ou AMR's* (20%). Em vista disso, é possível perceber certa discrepância entre as opiniões dos docentes e dos discentes dessa instituição, dado que, para os discentes, seis das onze tecnologias não alcançaram o percentual de 40% para aqueles que “já ouviram falar sobre o assunto”.

Ainda de acordo com o Gráfico 28, o percentual de professores que “nunca ministraram sobre o assunto” está maior ou igual a 40% para as seguintes tecnologias: *AGV's ou AMR's* (80%); *Manufatura Aditiva* (60%); *Sistemas Físicos Cibernéticos* e *Segurança Cibernética* (ambas com 40%). Confrontando os dados das três Instituições, tem-se: a Instituição A (Gráfico 4) com percentuais acima de 40% para todas as tecnologias, e a Instituição B e a Instituição C possuem percentuais altos de docentes que nunca ministram a respeito dessas (somente quatro das onze tecnologias).

### Bloco III: Educação 4.0

Neste tópico, analisa-se as perguntas do questionário relacionadas à Educação 4.0. Os Gráficos 29 e 30 trazem os resultados alcançados no que se refere às metodologias de ensino mais utilizadas em sala de aula, sob a ótica discente e docente, respectivamente.

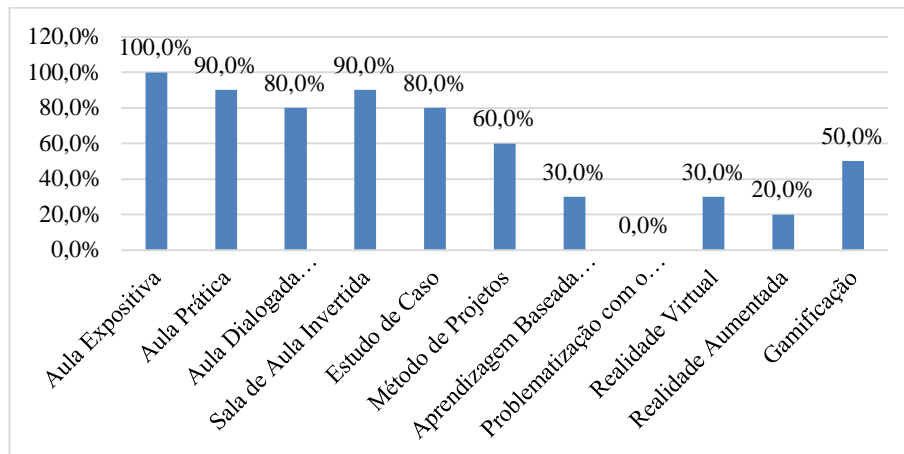
Gráfico 29 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição C, sob a ótica dos discentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

É possível afirmar, de acordo com o Gráfico 29, que a metodologia mais utilizada em sala de aula, sob a ótica discente, é uma metodologia ativa Estudo de Caso, com adesão de 100% dos discentes respondentes. Em seguida, aparece a metodologia tradicional de ensino Aula Dialogada, com 78,6%. As outras três mais aplicadas são: Aula Prática e Método de Projetos, ambas com 71,4%; e Aula Expositiva com 32,1%. Todas as demais aparecem com percentuais relativamente baixos, estando com menos de 30% de adesão por parte dos alunos.

Gráfico 30 - Metodologias mais utilizadas, em sala de aula, na Instituição C, sob a ótica dos docentes.

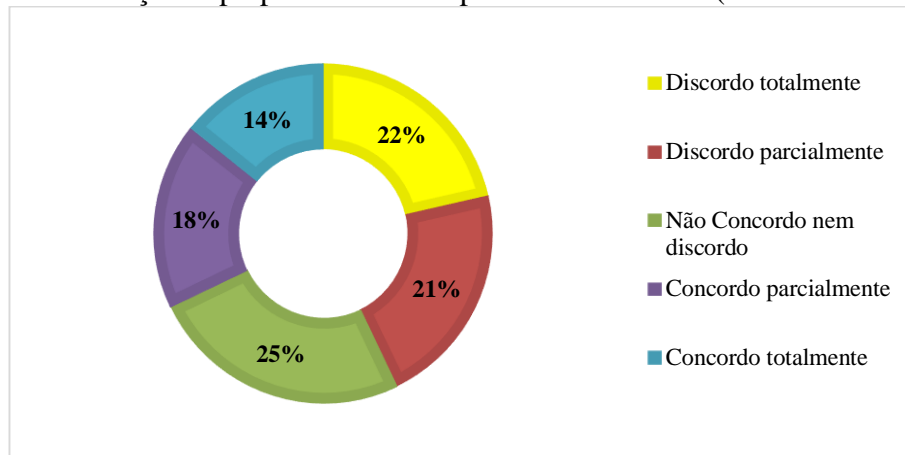


Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando a opinião dos docentes (Gráfico 30), pode-se dizer que seis das onze metodologias apresentadas são bastante utilizadas em sala de aula, por possuírem adesão de 60% ou mais. Três dessas tratam-se de metodologias tradicionais de ensino, quais sejam: Aula Expositiva (100%), Aula Prática (90%) e Aula Dialogada (80%). As outras três são metodologias ativas, a saber: Sala de Aula Invertida (90%), Estudo de Caso (80%) e Método de Projetos (60%). O método Gamificação também possui um percentual significativo de 50%. Por fim, as metodologias menos utilizadas em sala de aula pelos professores são: Problematização com Arco de Maguerz (0%); Realidade Aumentada (20%); Aprendizagem Baseada em Problemas e Realidade Virtual (ambas com 30%).

Com a décima quarta pergunta do questionário buscou-se, por meio da escala de *Likert*, medir o nível de concordância dos participantes com relação à afirmação de que a Instituição de ensino da qual fazem parte prepara o discente para atuar na Indústria 4.0. Os resultados compilados, sob a ótica discente e docente, são apresentados nos Gráficos 31 e 32, respectivamente.

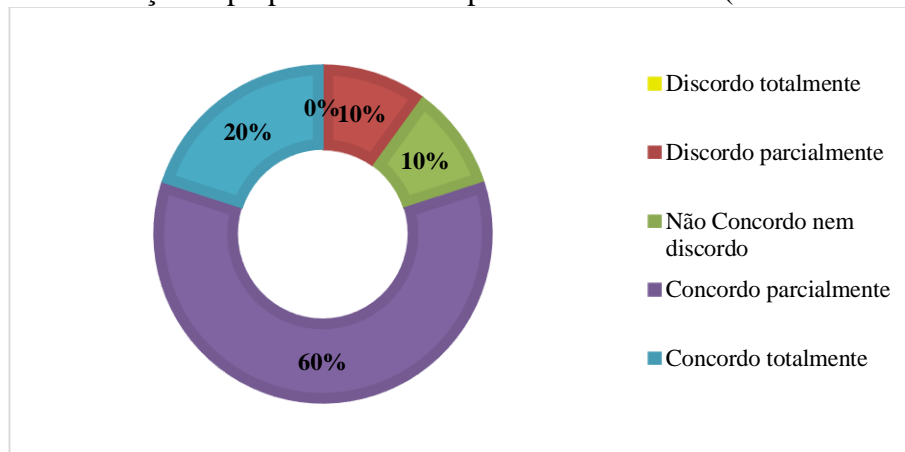
Gráfico 31- A Instituição C prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos discentes).



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 31 atesta que a opinião dos discentes está bastante distribuída no que tange ao nível de concordância à afirmação “Considero que a instituição de ensino, da qual faço parte, preparou-me para utilizar tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 em minha atuação profissional”. 25% dos alunos não concordaram nem discordam, o que significa que esses não sabem responder à pergunta. 22% discordaram totalmente, isto é, consideram a afirmativa totalmente errônea. 21% discordaram parcialmente, assegurando que a afirmação tenha apenas 25% de veracidade, enquanto 18% concordaram parcialmente, ou seja, acreditam que a afirmativa tenha 75% de veracidade. Ademais, 14% dos estudantes concordaram totalmente, isto é, concordam que a afirmação seja 100% verdadeira. Esses dados revelam que os alunos dessa Instituição possuem dúvidas ou inseguranças em dizer que a Instituição C os prepara ou não para o contexto atual de Indústria 4.0.

Gráfico 32 - A Instituição C prepara o discente para a Indústria 4.0 (sob a ótica dos docentes).

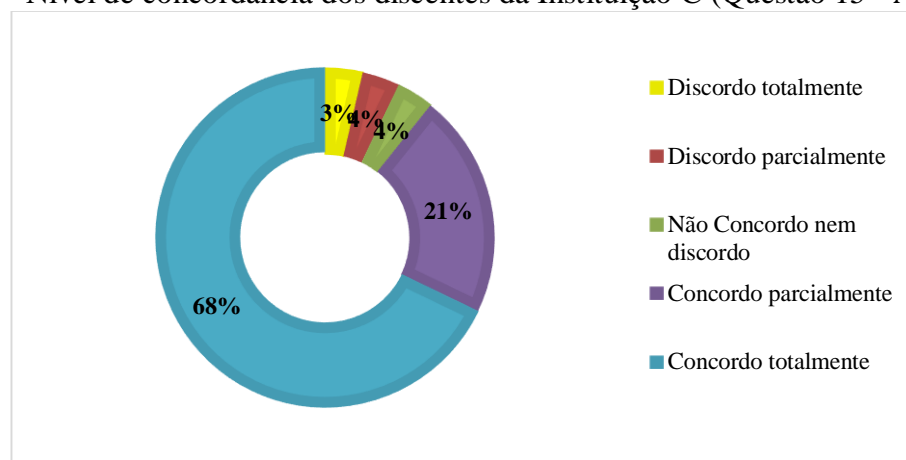


Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se analisar a ótica dos docentes com relação à afirmativa de que “a Instituição de ensino da qual fazem parte prepara o discente para a Indústria 4.0”, percebe-se que a grande maioria (60% dos professores respondentes) acredita que a referida afirmativa possui 75% de veracidade, ao marcarem a opção “Concordo parcialmente”. 20% concordaram totalmente, ou seja, asseguram que a afirmativa tenha 100% de veracidade. 10% não se sentiram aptos a responderem ao questionamento, pois marcaram a opção “Não concordo nem discordo”. 10% discordaram parcialmente, o que significa que acreditam que a afirmativa tenha apenas 25% de veracidade. Por fim, nenhum dos docentes respondentes discordaram totalmente.

Também buscou-se medir o nível de concordância dos participantes da Instituição C (discentes e docentes) com relação à seguinte afirmação: “A utilização de tecnologias, tais como: Simulação Computacional, Realidade Virtual e Aumentada, dentre outras, no processo de ensino-aprendizagem, é extremamente importante”. Os Gráficos 33 e 34 exibem os resultados das respostas obtidas para a décima quinta pergunta dos questionários (cf. Apêndices B e C).

Gráfico 33 - Nível de concordância dos discentes da Instituição C (Questão 15 - Apêndice B).

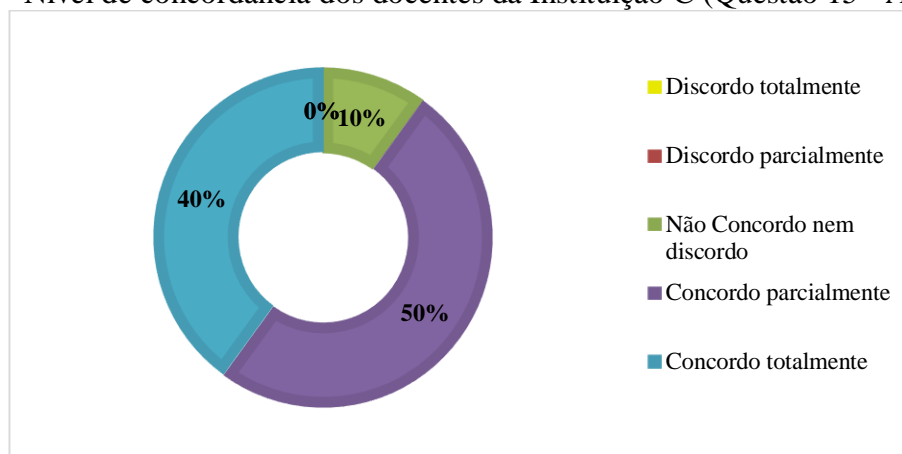


Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 33 aponta que grande parte dos discentes pesquisados acredita que a utilização de tecnologias, no processo de ensino-aprendizagem, é extremamente importante, haja vista que 68% deles selecionaram a opção “Concordo totalmente” e 21% marcaram a opção “Concordo parcialmente”. Ademais, 4% não souberam responder, 4% discordaram parcialmente com a afirmativa supracitada e 3% dos respondentes acreditaram que a afirmação seja totalmente falsa.



Gráfico 34 - Nível de concordância dos docentes da Instituição C (Questão 15 - Apêndice C).

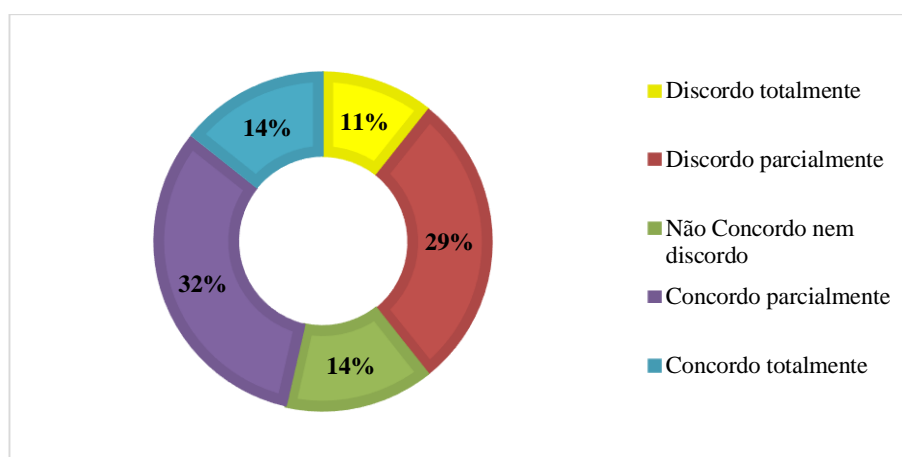


Fonte: Elaborado pela autora.

Por sua vez, os docentes da Instituição C, em sua grande maioria, também acreditam que a utilização de tecnologias, no processo de ensino-aprendizagem, é fundamental, uma vez que as opções “Concordo parcialmente” e “Concordo totalmente” resultaram em 90% das respostas dadas pelos professores participantes. Ademais, 10% “não concordam nem discordam”. As outras alternativas não tiveram marcações.

Por fim, a última pergunta do questionário buscou avaliar se os planos de ensino dos cursos da Instituição C estão preparados para o cenário da Indústria 4.0, considerando as opiniões dos discentes e dos docentes. Os Gráficos 35 e 36 mostram os resultados.

Gráfico 35 - Adequação dos planos de ensino da Instituição C à Indústria 4.0, sob a ótica dos discentes.

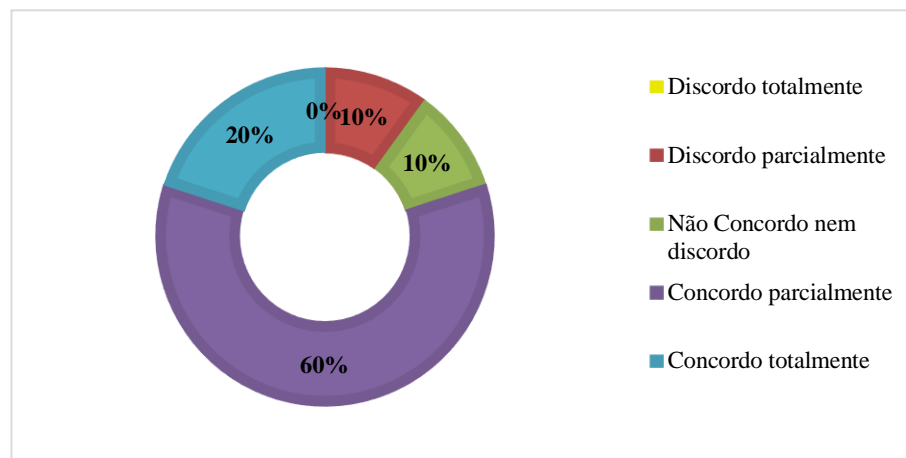


Fonte: Elaborado pela autora.

No tocante à adequação dos planos de ensino ao contexto atual (Gráfico 35), os dados obtidos revelam que 32% dos discentes concordaram parcialmente com a seguinte afirmativa: “Os planos de ensino do meu curso estão preparados para o cenário da Indústria 4.0”, o que

significa que esses respondentes acreditam que a afirmação tenha 75% de veracidade. Em contrapartida, um percentual significativo de 29% discordaram parcialmente, assegurando que a afirmação tem somente 25% de veracidade. Além disso, 14% dos alunos não foram capazes de responder à pergunta; 14% concordam totalmente, ou seja, acreditam que a afirmativa tenha 100% de veracidade e 11% dos discentes respondentes discordaram totalmente e asseguram que os planos de ensino não estão preparados para o novo cenário.

Gráfico 36 - Adequação dos planos de ensino da Instituição C à Indústria 4.0, sob a ótica dos docentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo o ponto de vista docente (Gráfico 36), 60% dos professores concordaram parcialmente com a afirmação “Os planos de ensino do curso que faço parte como docente estão preparados para o cenário da Indústria 4.0” e asseguram que a afirmação tenha 75% de veracidade. Percentual de 20% concordou totalmente; 10% não souberam responder e 10% discordaram parcialmente. Salienta-se que nenhum dos docentes discordaram totalmente com a afirmação. Afim de se estabelecer a conjuntura da Indústria 4.0 e para melhor visualização dos dados como um todo, de todas as três instituições pesquisadas, apresenta-se, a seguir, a subseção 4.2.3 (Mapa Comparativo).

### 4.2.3 Mapa Comparativo

Nesta subseção, realizou-se uma junção das informações coletadas diante das opiniões dos discentes e dos docentes, para que fosse possível a triangulação dos resultados entre as três instituições pesquisadas, de modo a se estabelecer a conjuntura do município de Araxá-MG no tocante à Indústria 4.0, cumprindo com o objetivo principal deste trabalho.

Como já mencionado anteriormente, o Bloco I dos questionários foi colocado apenas com o intuito de verificar a modalidade do curso do participante cujos resultados já foram demonstrados na subseção 4.1 (Apresentação geral dos dados coletados). Dessa forma, a comparação dos resultados aqui apresentada reúne as informações coletadas nos Blocos II e III dos questionários (Apêndices B e C).

A Tabela 5 reúne os dados reais obtidos para as questões de número 01 a 12 (Bloco II) dos questionários, para cada uma das instituições analisadas, sob a ótica dos discentes. A fim de se fazer uma triangulação dos resultados das três instituições em um único gráfico (GRÁF. 37), considerou-se para cada uma das perguntas do Bloco II àquele de maior percentual. Por exemplo, para a questão de número 01 (Instituição A), que busca avaliar o conhecimento a respeito da Indústria 4.0, o maior percentual obtido foi o de 54,29% que corresponde à alternativa “Já ouviram sobre o assunto” que equivale ao percentual de 50%, conforme estabelecido na escala elaborada para esta pesquisa e também descrita no capítulo referente à Metodologia deste trabalho. Assim sendo, descartou-se as demais opções “Nunca ouviram falar (0%)” e “Conhecem e aplicam bem o conceito (100%)”, sendo considerado somente o percentual de 50% como o mais significativo, sob a ótica dos discentes da Instituição A.

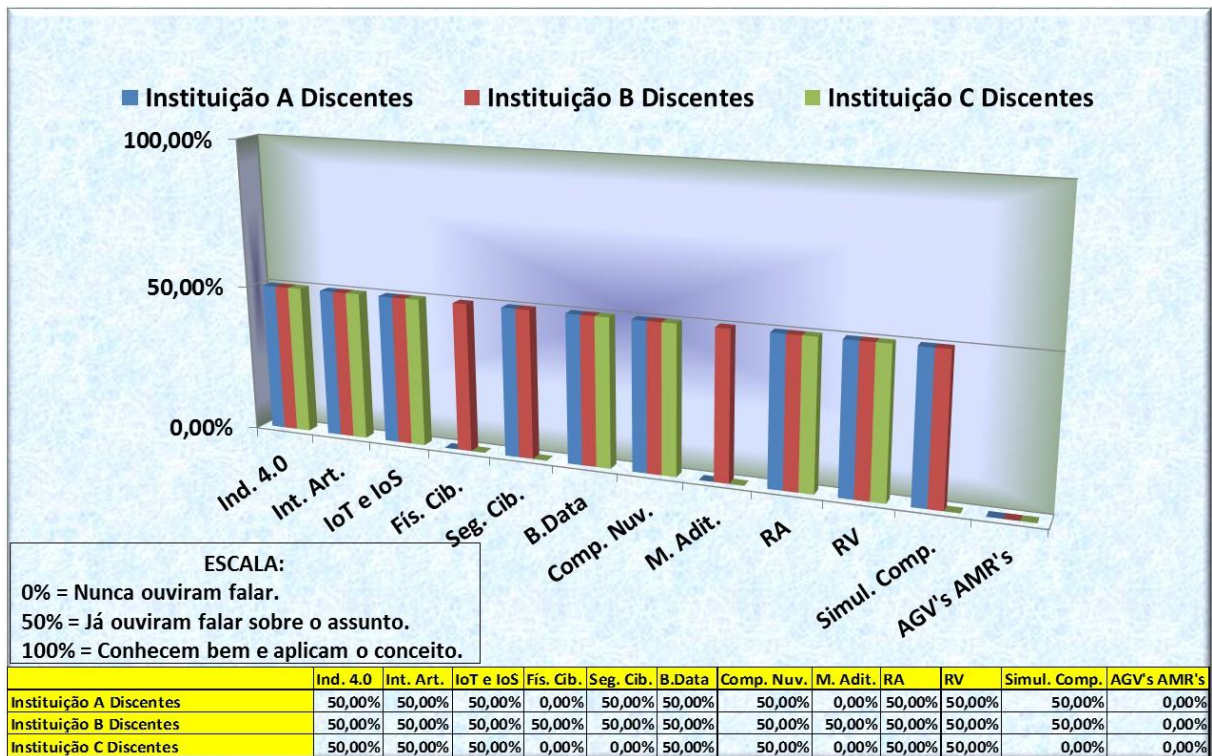
Dessa forma, prosseguiu-se as análises das demais perguntas e respostas obtidas para a Instituição A (descartando-se sempre os dois percentuais menos significativos e considerando aquele de maior valor), bem como das outras duas instituições, cujos resultados podem ser verificados nas células em destaque em fundo amarelo da Tabela 5 e melhor visualizados no Gráfico 37.

Tabela 5 - Dados reais coletados (Bloco II, P1 a P12) - Discentes.

Questionários - Discentes Inst. A												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e IoS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
Nunca ouviram falar (0%)	18,57%	20,00%	21,43%	54,29%	42,86%	44,29%	31,43%	50,00%	24,29%	17,14%	21,43%	40,00%
Já ouviram sobre o assunto (50%)	54,29%	68,57%	62,86%	41,43%	45,71%	47,14%	48,57%	38,57%	52,86%	58,57%	48,57%	40,00%
Conhecem e aplicam o conceito (100%)	27,14%	11,43%	15,71%	4,29%	11,43%	7,14%	20,00%	11,43%	22,86%	24,29%	30,00%	20,00%
Questionários - Discentes Inst. B												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e IoS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
Nunca ouviram falar (0%)	4,76%	11,90%	23,81%	35,71%	30,95%	52,38%	19,05%	33,33%	19,05%	16,67%	19,05%	52,38%
Já ouviram sobre o assunto (50%)	78,57%	69,05%	54,76%	59,52%	57,14%	40,48%	59,52%	57,14%	61,90%	50,00%	64,29%	38,10%
Conhecem e aplicam o conceito (100%)	16,67%	19,05%	19,05%	4,76%	11,90%	7,14%	21,43%	9,52%	19,05%	33,33%	16,67%	9,52%
Questionários - Discentes Inst. C												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e IoS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
Nunca ouviram falar (0%)	14,29%	14,29%	21,43%	67,86%	46,43%	32,14%	28,57%	67,86%	35,71%	28,57%	42,86%	64,29%
Já ouviram sobre o assunto (50%)	67,86%	75,00%	50,00%	28,57%	39,29%	42,86%	46,43%	21,43%	50,00%	39,29%	32,14%	35,71%
Conhecem e aplicam o conceito (100%)	17,86%	10,71%	25,00%	3,57%	14,29%	25,00%	25,00%	10,71%	14,29%	32,14%	25,00%	0,00%
Resultados - Instituições A, B e C - Discentes												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e IoS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
<b>Instituição A Discentes</b>	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%
<b>Instituição B Discentes</b>	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%
<b>Instituição C Discentes</b>	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 37 - Mapa comparativo (Bloco II, P1 a P12) – Discentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se observar as informações contidas no Gráfico 37, percebe-se que o conhecimento, por parte dos discentes, a respeito da Indústria 4.0, Inteligência Artificial, IoT e IoS, *Big Data*, Computação em Nuvem, Realidade Aumentada e Realidade Virtual equivale a 50% (Já ouviram falar sobre o assunto), para as Instituição A, B e C.

Já o conhecimento dos discentes sobre as tecnologias Segurança Cibernética e Simulação Computacional está em 50% para as Instituições A e B, enquanto os discentes da Instituição C estão em 0% (nunca ouviram falar). Para os Sistemas Físicos Cibernéticos e Manufatura Aditiva, somente a Instituição B aparece com o resultado em 50%, enquanto que os discentes das Instituições A e C, nunca ouviram falar sobre essas tecnologias. Por fim, as tecnologias AGV's e AMR's estão em 0% para as três instituições analisadas. Outro dado relevante, é que para nenhuma das perguntas (P1 a P12), houve a resposta 100% (conhecem e aplicam bem o conceito), em nenhuma das instituições.

Assim como foram feitas as análises para os discentes das três Instituições, estabeleceram-se também os resultados triangulados, sob a ótica dos docentes. Assim sendo, a Tabela 6 reúne os dados reais obtidos para as questões de número 01 a 12 (Bloco II) dos questionários para cada uma das instituições analisadas, sob a ótica dos docentes, cujos dados foram reduzidos a uma única representação, conforme demonstrado pelo Gráfico 38. Ou seja,

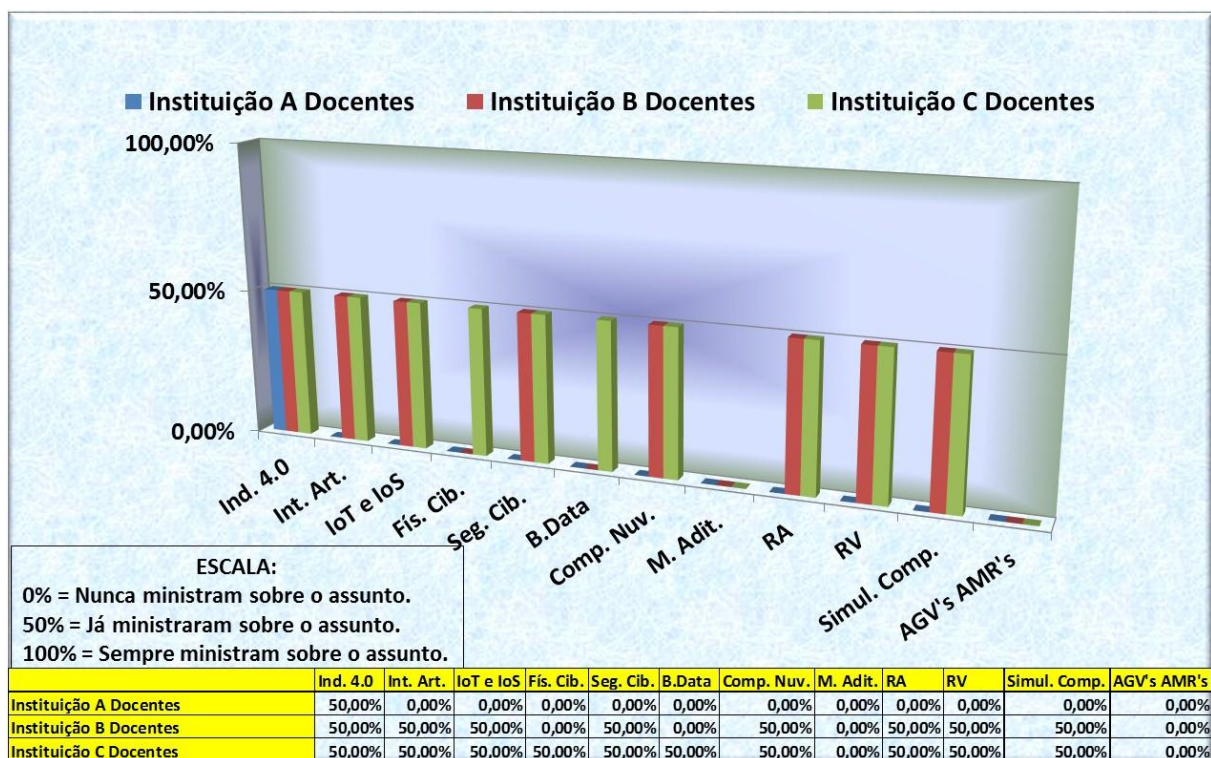
o Gráfico 38 foi construído da mesma forma, como explicado anteriormente, para a obtenção do Gráfico 37.

**Tabela 6 - Dados reais coletados (Bloco II, P1 a P12) - Docentes.**

Questionários - Docentes Inst. A												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e loS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
Nunca ministram sobre o assunto 0	40,00%	73,33%	60,00%	93,33%	86,67%	93,33%	60,00%	80,00%	80,00%	80,00%	40,00%	93,33%
Já ministraram sobre o assunto 50	60,00%	20,00%	40,00%	6,67%	13,33%	6,67%	40,00%	20,00%	20,00%	20,00%	33,33%	6,67%
Sempre ministram sobre o assunto 100	0,00%	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	26,67%	0,00%
Questionários - Docentes Inst. B												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e loS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
Nunca ministram sobre o assunto	0,00%	25,00%	0,00%	62,50%	25,00%	75,00%	12,50%	50,00%	37,50%	25,00%	12,50%	75,00%
Já ministraram sobre o assunto	75,00%	62,50%	87,50%	37,50%	75,00%	25,00%	75,00%	37,50%	50,00%	75,00%	62,50%	25,00%
Sempre ministram sobre o assunto	25,00%	0,00%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	12,50%	12,50%	12,50%	0,00%	25,00%	0,00%
Questionários - Docentes Inst. C												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e loS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
Nunca ministram sobre o assunto	0,00%	0,00%	0,00%	40,00%	40,00%	20,00%	20,00%	60,00%	20,00%	20,00%	20,00%	80,00%
Já ministraram sobre o assunto	100,00%	100,00%	90,00%	60,00%	60,00%	50,00%	50,00%	40,00%	70,00%	70,00%	70,00%	20,00%
Sempre ministram sobre o assunto	0,00%	0,00%	10,00%	0,00%	0,00%	30,00%	30,00%	0,00%	10,00%	10,00%	10,00%	0,00%
Resultados - Triangulação - Instituições A, B e C - Docentes												
	Ind. 4.0	Int. Art.	IoT e loS	Fís. Cib.	Seg. Cib.	B.Data	Comp. Nuv.	M. Adit.	RA	RV	Simul. Comp.	AGV's AMR's
Instituição A Docentes	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Instituição B Docentes	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%
Instituição C Docentes	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%	0,00%

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 38 - Mapa comparativo (Bloco II, P1 a P12) – Docentes.



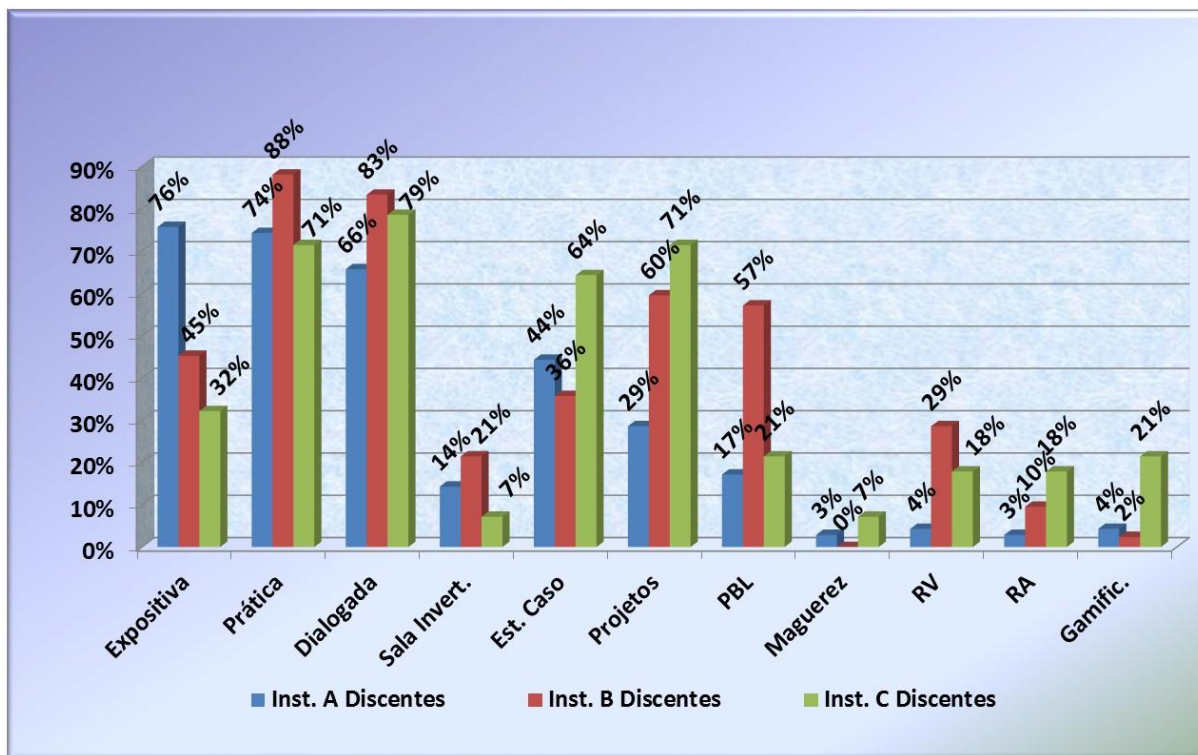
Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme dados apresentados (GRÁF. 38), observa-se que, na opinião dos docentes, somente a primeira questão (Indústria 4.0), está em 50% (já ministraram sobre o assunto) para as três instituições. Sete das doze perguntas abordadas neste bloco, aparecem com 50%, para as Instituições B e C, enquanto que a Instituição A está com 0% (nunca ministram sobre o assunto), quais sejam: Inteligência Artificial, IoT e IoS, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Simulação Computacional.

Considerando os Sistema Físicos Cibernéticos e *Big Data*, somente os docentes da Instituição C consideram que já ministraram sobre o assunto, as demais instituições encontram-se em 0%. Por fim, para as tecnologias de Manufatura Aditiva e AGV's ou AMR's, os docentes das três instituições consideram nunca terem ministrado sobre o assunto. Mais uma vez, ressalta-se que, nas opiniões dos docentes das instituições A, B e C, não houve respostas em 100% (sempre ministram sobre o assunto) para as doze questões do Bloco II.

Em se tratando do Bloco III dos questionários (Apêndices B e C), os Gráficos 39 e 40, a seguir, apresentam os resultados obtidos para a questão de número 13, relacionando a três instituições pesquisadas, sob a ótica discente e docente, respectivamente.

Gráfico 39 - Mapa comparativo (Bloco III, P13) – Discentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

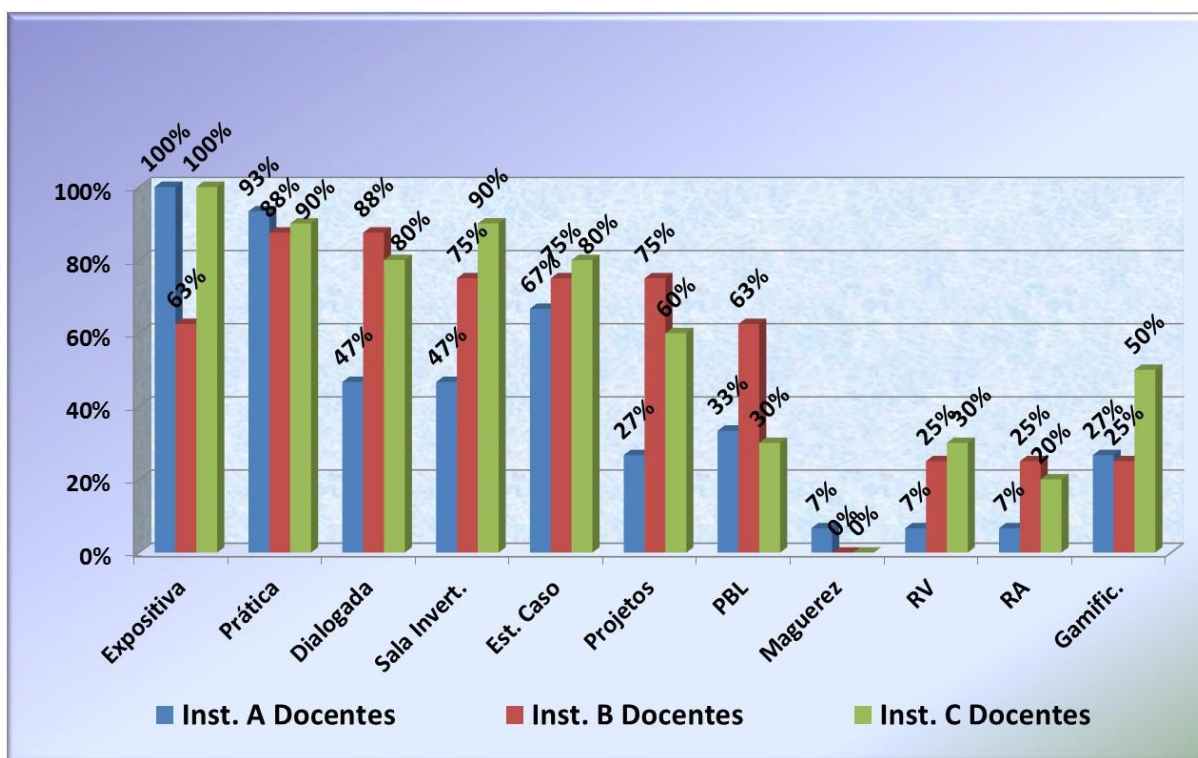
De acordo com as informações (Gráfico 39), observa-se que a metodologia tradicional de ensino “Aula Expositiva”, apresenta grande adesão por parte dos discentes da Instituição A (76%), enquanto os percentuais de adesão dos alunos das Instituições B e C, estão abaixo de 50%, 45% e 32%, respectivamente. Já para as outras duas metodologias tradicionais de ensino “Aula Prática” e “Aula Dialogada”, os percentuais são relativamente altos, acima de 50%, para todas as três instituições analisadas.

No que diz respeito às metodologias ativas, o “Estudo de Caso”, apresentou 64% de adesão dos discentes da Instituição C, enquanto os alunos das Instituições A e B não selecionaram essa metodologia de forma significativa, apenas 44% e 36%, respectivamente. O “Método de Projeto”, obteve percentuais acima de 50% para as opiniões discentes das Instituições B e C, restando somente a Instituição A com uma adesão insignificante de 29%. Por sua vez, a metodologia ativa “PBL” obteve um percentual significativo de adesão dos alunos da Instituição B, enquanto as demais não atingiram nem 50% de aderência.



As demais metodologias ativas, “Sala de Aula Invertida”, “Problematização com o arco de Maguerez”, “RA”, “RV” e “Gamificação”, não obtiveram percentuais significativos de aderência, por parte dos discentes, de nenhuma das instituições consideradas.

Gráfico 40 - Mapa comparativo (Bloco III, P13) – Docentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

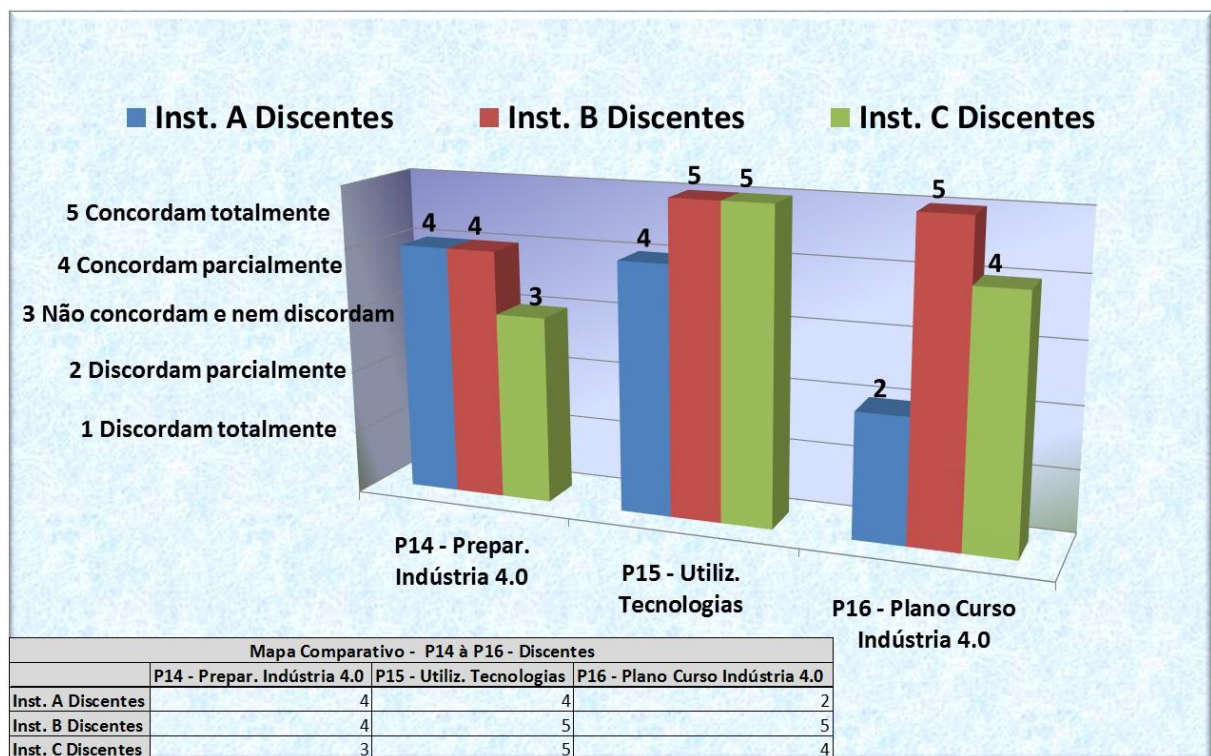
Segundo a ótica dos docentes, as metodologias tradicionais de ensino “Aula Expositiva” e “Aula Prática” são bastante utilizadas em sala de aula, uma vez que, os percentuais de adesão dos educadores foram acima de 50% para as três instituições em questão. A “Aula Dialogada”, também metodologia tradicional de ensino, apresenta adesão de mais de 50% dos docentes das Instituições B e C, estando a Instituição A com apenas 47%.

No que tange às metodologias ativas utilizadas nessas instituições, pelos professores, percebe-se que, o método da “Sala de Aula Invertida” é bastante utilizado nas Instituições B e C, com 75% e 90%, respectivamente. Enquanto que na Instituição A, ainda é pouco utilizada, apenas 47%. O “Estudo de Caso” apresentou percentuais relativamente altos, acima de 50%, para as três instituições, enquanto o “Método de Projetos”, somente os docentes da Instituição A possuem percentual insignificante de 27%. Já a metodologia ativa “PBL” é bastante utilizada apenas na Instituição B, 63%, estando as demais instituições com percentuais abaixo de 50%.

Por fim, as metodologias ativas restantes: “Problematização com o arco de Maguerez”, “RV”, “RA”, e “Gamificação”, não apresentaram percentuais acima de 50% para nenhuma das instituições. Vale ressaltar, que a metodologia menos utilizada nas instituições de ensino, de acordo com o Gráfico 40, é a “Problematização com o arco de Maguerez”: Instituição A, 7%; Instituição B, 0%; e, Instituição C, 0%.

No que concernem às três últimas perguntas referentes ao Bloco III dos questionários (Apêndices B e C), em que foi utilizada a escala de *Likert* para medir o grau de concordância dos participantes às afirmações pré-estabelecidas, apresenta-se os resultados obtidos, sob a ótica dos discentes e docentes, por meio dos Gráficos 41 e 42, respectivamente.

Gráfico 41 - Mapa comparativo (Bloco III, P14 a P16) – Discentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

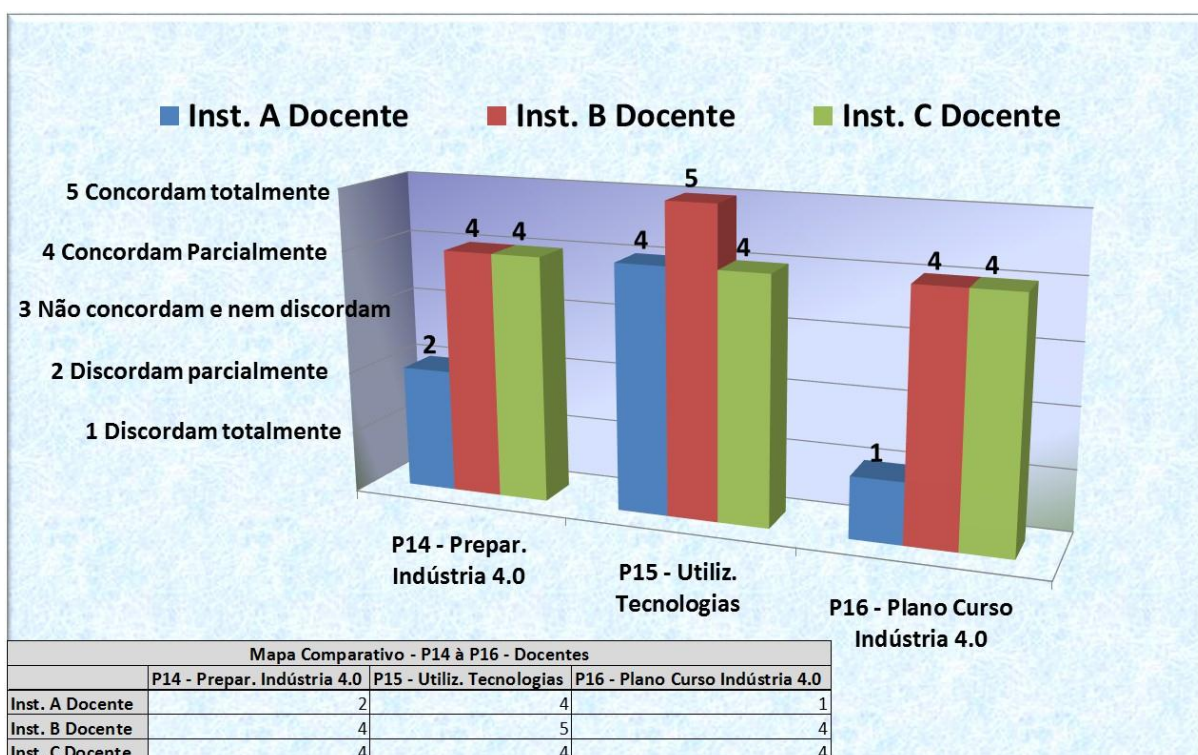
Por meio do Gráfico 41, é possível constatar, que os discentes das Instituições A e B concordam parcialmente com a pergunta 14, ou sejam, eles concordam parcialmente com a afirmação de que a instituição da qual fazem parte os preparam para a Indústria 4.0. Já os alunos da Instituição C, não souberam responder ao questionamento, uma vez que estão na marca 3 “não concordam e nem discordam”.

Com relação à pergunta 15, que buscou averiguar a importância que os participantes dão para o uso das tecnologias habilitadoras em sala de aula, verificou-se que, os discentes das

Instituições B e C, concordaram totalmente, enquanto os discentes da Instituição A, concordaram parcialmente.

Por fim, considerando a pergunta de número 16, cujo objetivo era descobrir a opinião dos discentes no que se refere à adequação dos planos de curso à Indústria 4.0, observa-se que: os discentes da Instituição A discordam parcialmente; os discentes da Instituição B concordam totalmente; e, os discentes da Instituição C concordam parcialmente.

Gráfico 42 - Mapa comparativo (Bloco III, P14 a P16) – Docentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando-se as opiniões dos docentes (Gráfico 42), verifica-se que, os professores da Instituição A discordaram parcialmente com a afirmativa referente à questão 14; enquanto que os educadores das Instituições B e C concordaram parcialmente com a afirmação de que a instituição de ensino da qual fazem parte prepara o discente para a Indústria 4.0.

No que concerne à importância conferida ao uso das tecnologias inerentes à Indústria 4.0 em sala de aula (pergunta 14), observa-se que, os docentes das Instituições A e C concordaram parcialmente e os professores da Instituição B concordaram totalmente.

Por sua vez, a averiguação da adequação dos planos de curso à Indústria 4.0 (pergunta 16), sob a ótica docente, mostrou que: os professores da Instituição A discordaram totalmente; e, os professores das Instituições B e C, concordaram parcialmente.

### 4.3 Discussões dos Resultados

Findadas as análises e interpretações realizadas no capítulo anterior, entende-se que foi alcançada a finalidade fundamental deste trabalho que teve como objetivo principal investigar o panorama da Indústria 4.0, diante das instituições de ensino superior e técnico, do município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docentes e discentes. Em face desse objetivo geral, faz-se aqui uma discussão dos resultados encontrados, retomando cada um dos objetivos específicos estabelecidos para esta pesquisa.

O primeiro objetivo específico consistiu em mapear, por meio de pesquisa documental, as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 utilizadas na formação profissional nas instituições de ensino e nos cursos técnicos a serem analisados. Dessa forma, a partir do mapeamento realizado e demonstrado pelo Quadro 5, feitos com base em uma análise da grade curricular e ementas de disciplinas afins dos cursos selecionados, percebe-se que, somente o curso de Sistemas de Informações, da Instituição C, apresenta em sua grade curricular e ementas, mais de uma tecnologia habilitadora referente à Quarta Revolução Industrial. Todos os demais cursos pesquisados, apresentam apenas uma ou nenhuma tecnologia habilitadora. Portanto, afirma-se que a Indústria 4.0 ainda não é abordada de forma oficial nas grades curriculares e ementas de disciplinas afins com a indústria, diante dos cursos das instituições de ensino superior e técnico do município de Araxá-MG.

No que concerne ao segundo objetivo específico cujas intenções eram elaborar questionários que abordassem os principais saberes e habilidades necessárias aos profissionais diante da Indústria 4.0, bem como das características essenciais aos docentes e discentes na era da Quarta Revolução Industrial; ressalta-se que, tendo por base a revisão bibliográfica específica realizada no referencial teórico deste estudo, foi possível idealizar formulários condizentes ao objetivo proposto, conforme são demonstrados em toda a análise e interpretação dos dados descritas anteriormente e por meio dos próprios questionários disponíveis nos apêndices.

Os próximos três objetivos intermediários evidenciaram as opiniões dos docentes, bem como as opiniões dos discentes com relação à temática abordada, bem como propiciou a elaboração do mapa comparativo entre as instituições analisadas de forma a evidenciar os resultados convergentes da pesquisa com o corpo docente e com o corpo discente.

Considerando as análises apresentadas na subseção 4.3 (Mapa Comparativo), é importante discutir alguns pontos relevantes que foram evidenciados:

- (i) Os resultados da pesquisa para as perguntas de número 01 à 12, demonstram que tanto na opinião dos discentes quanto na opinião dos docentes, das três instituições observadas, a

Indústria 4.0, bem como suas principais tecnologias habilitadoras, ainda não demonstram ser bem conhecidas pelos discentes e não são ministradas com frequência em sala de aula pelos docentes, uma vez que o percentual de 100% não foi atingido em nenhum dos gráficos apresentados para o Bloco II (Gráficos 37 e 38);

(ii) Acerca do conhecimento sobre a Indústria 4.0 (P1 – Bloco II), foco principal deste trabalho, tanto os docentes quanto os discentes das três instituições aparecem com o percentual de 50% (já ouviram falar sobre o assunto ou já ministraram sobre o tema);

(iii) Outro dado relevante é que os docentes da Instituição A (Gráfico 38), aparecem em 50% (já ministraram sobre o assunto) somente na questão referente à Indústria 4.0, em todas as demais tecnologias abordadas, esta instituição está em 0% (nunca ministram sobre o assunto); enquanto as Instituições B e C aparecem em 50% em várias tecnologias. Esse fato revela que na Instituição A, a Indústria 4.0 ainda é menos abordada em sala de aula do que nas demais instituições analisadas;

(iv) Ainda considerando os resultados obtidos para o Bloco II dos questionários, verifica-se outro ponto convergente entre as opiniões discentes e docentes das três instituições pesquisadas: a tecnologia dos AGV's e AMR's é a menos conhecida pelos discentes e a menos ministrada em sala de aula pelos docentes, conforme demonstrado nos Gráficos 37 e 38;

(v) Sobre a questão de número 13 (Bloco III), que diz respeito às metodologias de ensino mais utilizadas em sala de aula, é possível verificar bastante divergência entre as opiniões discentes e docentes (Gráficos 39 e 40). Contudo, observa-se que, ainda há uma predominância da utilização de metodologias tradicionais de ensino no processo de ensino-aprendizagem nas principais instituições de ensino superior e técnico do município de Araxá-MG;

(vi) Com relação a questão de número 14 (Bloco III), em que se buscou analisar se as instituições preparam ou não o discente para o cenário atual da indústria 4.0, constatou-se que: na opinião dos discentes (Gráfico 41), as Instituições A e B são evidenciadas. Porém, na opinião dos docentes (Gráfico 42), as Instituições B e C são evidenciadas. Portanto, considera-se apenas a Instituição B como destaque em preparação do discente;

(vii) Analisando-se a pergunta 15 (Bloco III), no que diz respeito a importância da utilização de tecnologias inerentes à Indústria 4.0 no processo de ensino-aprendizagem, constatou-se que os discentes e docentes das três instituições de ensino conferem grande estima ao emprego dessas tecnologias habilitadoras. Isso é comprovado pelos Gráficos 41 e 42, pergunta 15, em

que os índices são 4 ou 5 (concordam parcialmente ou concordam totalmente) para todas as três instituições;

(viii) Por sua vez, a questão de número 16, buscou verificar as opiniões discentes e docentes em relação à adequação dos planos de ensino do curso do qual fazem parte. Os dados revelam a discordância por parte dos respondentes (docentes e discente) em relação a este quesito no que concerne a Instituição A, vez que, os docentes e discentes desta instituição, responderam como discordaram parcialmente e discordaram totalmente, respectivamente. As outras duas instituições obtiveram índices altos, 4 ou 5 (concordam parcialmente ou concordam totalmente), tanto na opinião docente quanto na opinião discente;

Por fim, após a apresentação, as análises e as interpretações dos resultados obtidos, foi possível o cumprimento do objetivo principal deste estudo cuja finalidade consistiu na identificação e transcrição do panorama da Indústria 4.0 nas instituições de ensino pesquisadas, no município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docente e discente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões a respeito do tema pesquisado, que segundo Prodanov e Freitas (2013), visam à recapitulação sintética dos resultados da pesquisa de modo a evidenciar a confirmação ou rejeição da hipótese do trabalho. Além disso, são apontadas as dificuldades responsáveis por limitar o alcance das conclusões do estudo, bem como são apresentadas propostas de trabalhos futuros com o intuito de complementarem o presente trabalho.

### 5.1 Conclusões

A pesquisa aqui desenvolvida teve o intuito de identificar e transcrever o panorama da Indústria 4.0 nas instituições de ensino do município de Araxá-MG, sob a ótica dos corpos docente e discente. Assim sendo, o presente estudo demonstra-se importante por verificar o quanto os docentes e os discentes possuem de conhecimento sobre as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, bem como se essas tecnologias estão presentes nas grades curriculares e ementas das instituições pesquisadas.

A partir da análise documental realizada e do mapeamento demonstrado no Quadro 5, é válido ressaltar que a hipótese desta pesquisa foi confirmada, uma vez que as instituições pesquisadas ainda estão com seus currículos defasados no que tange à contemplação desse novo cenário tecnológico que surge com o advento da Indústria 4.0.

No que concerne aos dados obtidos pelo levantamento de campo, pode-se afirmar que, o conhecimento dos discentes a respeito da Indústria 4.0, bem como de suas tecnologias habilitadoras é limitado, vez que os resultados mostram que os alunos ainda não conhecem e aplicam bem os diversos conceitos referentes à temática principal deste estudo.

Da mesma forma, no que se refere à abordagem da Indústria 4.0 e de suas tecnologias principais em sala de aula por parte dos professores, conclui-se que, os tópicos não são ministrados com frequência, vez que os dados revelam que os docentes não consideram sempre ministrar sobre os referidos assuntos.

Embora haja controvérsias no tocante à utilização de tecnologias relacionadas à Indústria 4.0, à aplicação de metodologias ativas em sala de aula e à adequação dos planos de ensino ao novo cenário, verifica-se a importância dessas tecnologias para o ensino e para a formação profissional, tanto na concepção dos discentes, quanto na concepção dos docentes das três instituições pesquisadas, tendo em vista os dados analisados.

Ante a isso, acredita-se que a educação não pode ficar alheia à Quarta Revolução Industrial, pelo fato das instituições de ensino serem as responsáveis por formar a mão de obra para impulsionar a Indústria 4.0. É claro que, para isso, deve-se lançar mão da Educação 4.0, por meio da qual o uso da tecnologia e da inovação devem ser os pilares.

Conclui-se, dessa forma, que a adequação dos planos de ensino ao novo cenário de Indústria 4.0 é fundamental, como pôde ser visto durante as discussões do referencial teórico do presente estudo. Tudo isso porque esse novo contexto exige um profissional com formação multidisciplinar, visão sistêmica e autônoma, capacidade de solucionar problemas, dentre outras habilidades que serão possíveis a partir da adequação da educação às tecnologias da Indústria 4.0, por meio da adaptação dos planos de ensino.

## 5.2 Limitações da pesquisa

O presente estudo apresentou limitação no que se relaciona ao momento vivenciado pela sociedade referente à pandemia do Covid-19 <sup>13</sup>que impossibilitou a coleta dos dados nas instituições físicas. Fato que fez com a pesquisa fosse aplicada por meio de recursos virtuais (*e-mail* e redes sociais), havendo um número inferior de respostas àquele previsto.

Além disso, devido à pandemia supracitada e ao pouco tempo disponível para se ter acesso aos documentos oficiais das instituições, a pesquisa documental limitou-se às análises de somente alguns documentos por serem comuns para às três instituições, quais sejam: grades curriculares e ementas das disciplinas. Esse fato decorreu-se, principalmente, devido à indisponibilidade de projetos pedagógicos e planos de ensino, principalmente dos cursos da instituição C, disponíveis em meio eletrônico de acesso público ou em sua *homepage* institucional, o que culminaria em discrepâncias caso fossem consideradas apenas as informações das demais instituições. Diante da impossibilidade de se conseguir os documentos oficiais de todas as instituições para a realização de uma análise documental mais aprofundada, não foi possível efetuar uma triangulação da pesquisa documental com as opiniões dos discentes e docentes.

---

<sup>13</sup> COVID-19 é a doença infecciosa causada pelo novo coronavírus, identificado pela primeira vez em dezembro de 2019, em Wuhan, na China (OPAS,2020).



### 5.3 Sugestões para trabalhos futuros

Por fim, tendo como base os dados coletados e analisados nesta pesquisa, espera-se que pesquisas futuras possam ser desenvolvidas, a fim de se aprofundar na temática e propor novas discussões acerca deste assunto tão importante e atual. Sugere-se, portanto:

- (i) desenvolver estudos que se voltem à análise detalhada dos documentos oficiais das instituições (projetos pedagógicos e planos de ensino), a fim de se verificar a contemplação da Indústria 4.0 nesses documentos, bem como propor a revisão de currículos;
- (ii) desenvolver estudos voltados ao aprofundamento das relações existentes entre docentes e discentes e ao desenvolvimento de habilidades essenciais alinhadas às demandas do mercado de trabalho atual;
- (iii) desenvolver estudos que reapliquem a perspectiva aqui adotada para casos múltiplos envolvendo outras instituições e/ou cursos;
- (iv) desenvolver estudos que reapliquem a perspectiva aqui adotada para casos múltiplos envolvendo o ensino técnico-profissional de nível médio da rede pública ou privada;
- (v) desenvolver estudos para medir o nível de informatização e digitalização das indústrias araxenses, no que tange à Indústria 4.0.

## REFERÊNCIAS

- ABII. **Indústria 4.0: cursos que te preparam para o futuro.** 16 mai. 2019. Disponível em: <https://www.abii.com.br/single-post/2019/05/16/Ind%C3%BAstria-40-cursos-que-te-preparam-para-o-futuro>. Acesso em: 4 nov. 2019.
- ACTIVA ID. 2019. Disponível em: [http://activa-id.com.br/blog/\[a-base-da-industria-4.0\]-descubra-como-a-tecnologia-rfid-e-a-internet-das-coisas-podem-ajudar-no-crescimento-da-sua-empresa-ate-2020](http://activa-id.com.br/blog/[a-base-da-industria-4.0]-descubra-como-a-tecnologia-rfid-e-a-internet-das-coisas-podem-ajudar-no-crescimento-da-sua-empresa-ate-2020). Acesso em: 7 nov. 2019.
- ALMEIDA, P. S. **Indústria 4.0.** São Paulo: Érica, 2019. 136 p.
- ANADI. 2019. Disponível em: <http://anadi.com.br/o-que-e-industria-4-0-saiba-mais/>. Acesso em: 7 nov. 2019.
- ANDRADE, K. **O desafio da Educação 4.0 nas escolas.** 12 mar. 2018. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/tecnologia/canaltech/o-desafio-da-educacao-40-nas-escolas,aa2f949a8f1411e24154eb1f667ffaa211bn8v1d.html>. Acesso em: 7 nov. 2019.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora.** Porto Alegre: Penso, 2018. 238 p.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. **Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais.** Petrópolis: Vozes, 2011.
- BERBEL, N. A. N. As Metodologias ativas e a preparação da autonomia de estudantes. *In: Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Disponível em: [http://www.proiac.uff.br/sites/default/files/documentos/berbel\\_2011.pdf](http://www.proiac.uff.br/sites/default/files/documentos/berbel_2011.pdf). Acesso em: 7 dez. 19.
- BERGMANN, J. **Aprendizagem invertida para resolver o problema do dever de casa.** Tradução de Henrique de Oliveira Guerra. Porto Alegre: Penso, 2018. 101 p.
- BÍBLIA, A. T. Salmos. *In: BÍBLIA Sagrada: Antigo e Novo Testamentos.* Tradução portuguesa da versão francesa dos originais grego, hebraico e aramaico, traduzidos pelos Monges Beneditinos de Maredsous (Bélgica). São Paulo: Ave-Maria, 2005. 161 ed. 1.632 p.
- BIJORA, H. **Google Forms: o que é e como usar o app de formulários online.** 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2018/07/google-forms-o-que-e-e-como-usar-o-app-de-formularios-online.ghtml>. Acesso em: 21 jul. 2020.
- BLOG2CLOUD. **Por que a computação em nuvem é essencial para a Indústria 4.0?** 13 nov. 2018. Disponível em: <https://www.2cloud.com.br/por-que-computacao-em-nuvem-e-essencial-para-industria-4-0/>. Acesso em: 7 dez. 2019.
- BORGES, T. S; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. *In: Cairu em Revista*, v. 3, n. 4, p. 119-143, jul./ago. 2014. Disponível em: <https://www.ea2.unicamp.br/mdocs-posts/metodologias-ativas-na-promocao-da-formacao->

critica-do-estudante-o-uso-das-metodologias-ativas-como-recurso-didatico-na-formacao-critica-do-estudante-do-ensino-superior/. Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução 196/96**. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196\\_10\\_10\\_1996.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196_10_10_1996.html). Acesso em: 15 nov. 2019.

CAMARGO, M. R.; MENDONÇA, S. M. A. **Mapeamento das instituições que desenvolvem o tema indústria 4.0 no Brasil**. Orientadora: Ieda Kanashiro Makiya. 2017. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) - Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2017.

CAMARGO, V. L. A.; FRANCHI, C. M. **Controladores Lógicos Programáveis**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2008. 352 p.

CARIDÁ, V. F. **Modelo Fuzzy Cascata Multiatributos e Preditivo para Despacho de AGVs em FMS**. Orientador: Orides Morandin Junior. 2016. 190f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Programa em Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos- SP, 2016.

CARVALHO NETO, C. Z. de. **Educação 4.0: princípios e práticas de inovação em gestão e docência**. Versão especial Projeto Inova ITA – inovação na educação em engenharia (convênio pós-doutorado CAPES/ITA, 2017 – 2019). Editora Laborciência: São Paulo, 2018.

COELHO, P. M. N. **Rumo à indústria 4.0**. Orientador: Cristóvão Silva. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial ) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.

COLOMBO, A. A.; BERBEL, N. A. N. A metodologia da problematização com o arco de maguerez e sua relação com os saberes de professores. *In: Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 28, n. 02, p. 121-146, jul./dez. 2007. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/3733/2999>. Acesso em: 15 nov. 2018.

CÔRTE, G. J. **Educação 4.0**. Vvale. 14 abr. 2018. Disponível em: <http://www.vvale.com.br/artigo/educacao-4-0/>. Acesso em: 7 nov. 2019.

CRUZ, P. E. O. **Metodologias ativas para a educação corporativa**. Ebook. Salvador: Prospecta, 2018. 36 p.

DALENOGARE, L. S. **A indústria 4.0 no Brasil: um estudo dos benefícios esperados e tecnologias habilitadoras**. Orientador: Alejandro Germán Frank. 2018. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

EDGE Global Supply. **AGV ou AMR? Qual a melhor tecnologia para robôs móveis?** 25 out. 2019. Disponível em: <https://blog.edgeglobalsupply.com.br/agv-ou-amr/>. Acesso em: 8 abr. 2020.

FADEL, L. M. *et al.* **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 200 p.

FAUSTINO, B. **Como fazer Cloud e Indústria 4.0 trabalharem em conjunto?** 2 mai. 2016. Disponível em: <https://computerworld.com.br/2016/05/02/como-fazer-cloud-e-industria-40-trabalharem-em-conjunto/>. Acesso em: 6 abr. 2020.

FERNANDES, M. A. B. **Simulação computacional aplicada ao planejamento e projeto da área de armação de carrocerias na indústria automobilística.** Orientador: Paulo Carlos Kaminski. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FIGUEIRA, R. J. C. M. **CAD/CAE/CAM/CIM.** 2002/2003. 123 f. Projeto (Licenciatura em Computadores e Sistemas) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Departamento de Engenharia Informática. Disponível em: [http://www.dei.isep.ipp.pt/~paf/proj/Julho2003/CAD\\_CAE\\_CAM\\_CIM.pdf](http://www.dei.isep.ipp.pt/~paf/proj/Julho2003/CAD_CAE_CAM_CIM.pdf). Acesso em: 8 mar.2020.

FINDES. **Indústria 4.0: O futuro das profissões.** 26 set. 2018. Disponível em: <https://findes.com.br/news/profissoesdo futuro-habilidades/>. Acesso em: 13 nov. 2019.

FIORIM, F. **Criptografia para iniciantes: o que é, como funciona e por que precisamos dela?** 7 ago. 2015. Disponível em: <https://canaltech.com.br/seguranca/criptografia-para-iniciantes-o-que-e-como-funciona-e-por-que-precisamos-dela-46753/>. Acesso em: 6 abr. 2020.

FUHR, R. C. (Re)apreender a docência no contexto da educação digital. *In: Revista de Educação ANEC*, Brasília, v. 44, n. 157, p. 92-107, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22560/reanec.v44i157.173>. Acesso em: 13 nov. 2019.

GALLI, V. B. **Proposta de aplicação de AGV (Veículo autoguiado) para redução de defeitos de fabricação na indústria moveleira.** 2019. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MHVenturelli/agv-veiculo-autoguiado-para-reduo-de-defeitos-de-fabricao-na-indstria-moveleira>. Acesso em: 27 fev. 2020.

GAROFALO, D. **Educação 4.0: o que devemos esperar.** 7 mar. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/9717/educacao-40-o-que-devemos-esperar>. Acesso em: 31 out. 2019.

GAROFALO, D. **Que habilidades deve ter o professor da Educação 4.0.** 26 abr. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/11677/que-habilidades-deve-ter-o-professor-da-educacao-40>. Acesso em: 7 nov. 2019.

GERMANO, A. **Você sabe o que são sistemas embarcados?** 19 mai. 2011. Disponível em: <https://www.gruponetcampos.com.br/2011/05/19/voce-sabe-o-que-sao-sistemas-embarcados/>. Acesso em: 6 dez. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GOMES, B. Indústria 4.0: Panorama da Inovação. *In: Publicações Firjan: Cadernos SENAI de inovação*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-20, abr. 2016.

GOMES, P. H. **EDUCAÇÃO:** Cursos voltados para Indústria 4.0 geram mão de obra qualificada e especializada para empresas. 26 set. 2018. Disponível em: <https://www.agenciadoradio.com.br/noticias/educacao-cursos-voltados-para-industria-4-0-geram-mao-de-obra-qualificada-e-especializada-para-empresas-mrin180076>. Acesso em: 2 fev. 2020.

IBC. **Coaching** – conceito e significado. 2018. Disponível em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/coaching/coaching-conceito-significado/>. Acesso em: 8 dez. 2019.

IND. 4.0. **Cursos voltados para Indústria 4.0 geram mão de obra qualificada e especializada para empresas.** 30 set. 2018. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/noticias/17173-cursos-voltados-para-industria-40-geram-mao-de-obra-qualificada-e-especializada-para-empresas>. Acesso em: 4 nov. 2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2015. 277 p.

LOPES, A. **O que são metadados de pesquisa?** 2020. Disponível em: <https://andrezalopes.com.br/o-que-sao-metadados-de-pesquisa/>. Acesso em: 6 abr. 2020.

MACHADO, F. N. R. **Big Data:** o futuro dos dados e aplicações. São Paulo: Érica, 2018. 224 p.

MAGNUS, T. **O que é *machine learning* e como funciona?** 2018. Disponível em: <https://transformacaodigital.com/o-que-e-machine-learning-e-como-funciona/>. Acesso em: 17 dez. 2019.

MENTORING. *In:* SIGNIFICADOS, 2017. Disponível em: <https://www.significados.com.br/mentoring/>. Acesso em: 8 dez. 2019.

MUROFUSHI, J. E.; BARRETO, M. A. M. Educação 4.0 na engenharia: percepção dos docentes de 3 universidades Brasileiras. In: **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15255-15266, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3245>. Acesso em: 6 jun. 2020.

OPAS. **Folha informativa Covid-19** – Escritório da OPAS e da OMS do Brasil. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 6 nov. 2020.

PERIODICOS CAPES/MEC. **Acervo.** Disponível em: [https://www.periodicos.capes.gov.br/?option=com\\_pcollection&mn=70&smn=79&cid=63](https://www.periodicos.capes.gov.br/?option=com_pcollection&mn=70&smn=79&cid=63). Acesso em: 16 nov. 2019.

PINTO, D. O. **Aprendizagem baseada em projetos: tudo o que você precisa saber.** 2019. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/aprendizagem-baseada-em-projetos/>. Acesso em: 2 fev. 2020.

PRADO, J. **O algoritmo da Netflix que sugere filmes é bem mais complexo do que você imagina.** 2016. Disponível em: <https://tecnoblog.net/191786/netflix-algoritmo-recomendacoes/>. Acesso em: 6 abr. 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Científico.** 2. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013. 277 p.

REAL MAQUETE. **O que é um mockup.** 2016. Disponível em: <https://maquetefisica.wordpress.com/tag/mockup/>. Acesso em: 7 dez. 2019.

RODRIGUES, L. F.; JESUS, R. A. de; SCHÜTZER, K. **Indústria 4.0: uma revisão da literatura.** In: **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 38, p. 33-45, 2016. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cienciatecnologia/article/view/3176>. Acesso em: 16 set. 2019.

SACOMANO, J. B.; GONÇALVES, R. F.; BONILLA, S. H. **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos.** São Paulo: Blucher, 2018. 169 p.

SBCOACHING. **Big Data: O que é, Para que serve e Exemplos práticos.** 18 jun. 2019. Disponível em: <https://www.sbcoaching.com.br/blog/big-data/>. Acesso em: 8 abr. 2020.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial.** Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. 159 p.

SENAI FIEMG. Disponível em: <https://www7.fiemg.com.br/senai/mais-senai/na-sua-cidade/senai-araxa-cfp-djalma-guimaraes>. Acesso em: 4 nov. 2019.

SIGNIFICADOS. **Significado de Mentoring.** 2017. Disponível em: <https://www.significados.com.br/mentoring/>. Acesso em 08 dez. 2019.

SIGNIFICADOS. **Significado de Stakeholder.** 2017. Disponível em: <https://www.significados.com.br/stakeholder/>. Acesso em: 16 nov. 2019.

SIGNIFICADOS. **Significado de Tablet.** 2012. Disponível em: <https://www.significados.com.br/tablet/>. Acesso em: 04 nov. 2019.

SILVA JÚNIOR, S. D.; COSTA, F. J. **Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de likert e *phrase completion*.** In: **XVII SemeAd - Seminários em Administração**, out. 2014, São Paulo. Disponível em: <http://sistema.semead.com.br/17semead/resultado/trabalhosPDF/1012.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SILVA, M. R. S. **Tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional: um estudo de caso no CCET/UFS.** Orientadora: Maria Elena Leon Olave. 2018. 125 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2018.

SOUZA, E. S.; GASPARETTO, V. **Características e impactos da indústria 4.0: percepção de estudantes de ciências contábeis.** In: **XXV Congresso Brasileiro de Custos**, Vitória-ES, 12 a

14 nov. 2018. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4570>. Acesso em: 26 set. 2019.

STAKEHOLDER. *In:* SIGNIFICADOS, 2017. Disponível em: <https://www.significados.com.br/stakeholder/>. Acesso em: 16 nov. 2019.

STEVAN JÚNIOR, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0**: fundamentos, perspectivas e aplicações. São Paulo: Érica, 2019. 183 p.

TABLET. *In:* SIGNIFICADOS, 2012. Disponível em: <https://www.significados.com.br/tablet/>. Acesso em: 4 nov. 2019.

UNIARAXÁ. **Cursos oferecidos no vestibular**. Disponível em: <https://site.uniaraxa.edu.br/principal/>. Acesso em: 4 nov. 2019.

ZACARDI, L. **Entenda o que é Educação 4.0 e seus principais desafios**. 1 jul. 2019. Disponível em: <https://blog.vindi.com.br/o-que-e-educacao-4-0/>. Acesso em: 31 out. 2019.

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado participante,

Com esta pesquisa, objetivamos investigar o panorama da Indústria 4.0 nas instituições de ensino superior e técnico do município de Araxá-MG, tanto da perspectiva dos professores, quanto da perspectiva dos alunos.

Ao aceitar participar desta pesquisa, o risco a que está submetido relaciona-se à divulgação de dados pessoais. Entretanto, garantimos o seu anonimato, haja vista a existência deste termo de consentimento, que está em conformidade com as normas do Comitê de Ética em Pesquisa do CEFET-MG.

Você concorda em participar desta pesquisa?

Sim

Não



## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DISCENTES

### **BLOCO I – PERFIL DO RESPONDENTE**

**Curso:**

- Técnico  
 Superior

### **BLOCO II – INDÚSTRIA 4.0**

Para responder as questões a seguir, considere:

0% = nunca ouvi falar

50% = já ouvi falar sobre o assunto

100% = conheço bem e aplico o conceito

As questões 01 a 12 avaliam o conhecimento que você adquiriu acerca das principais tecnologias e/ou características inerentes à Indústria 4.0.

- 1) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Indústria 4.0”.  
 0%    50%    100%
- 2) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Inteligência Artificial”.  
 0%    50%    100%
- 3) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito dos conceitos “*Internet das Coisas (IoT)*” e “*Internet dos Serviços (IoS)*”.  
 0%    50%    100%
- 4) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Sistemas Físicos-Cibernéticos”.  
 0%    50%    100%
- 5) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Segurança Cibernética”.  
 0%    50%    100%
- 6) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “*Big Data*”.  
 0%    50%    100%
- 7) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Computação em nuvem”.  
 0%    50%    100%
- 8) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Manufatura Aditiva”.

( )0% ( )50% ( )100%

9) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Realidade Aumentada”.

( )0% ( )50% ( )100%

10) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Realidade Virtual”.

( )0% ( )50% ( )100%

11) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Simulação Computacional”.

( )0% ( )50% ( )100%

12) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que conheceu, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito de “AGV’s” (Veículos Guiados Automaticamente) ou “AMR’s”.

( )0% ( )50% ( )100%

### **BLOCO III – EDUCAÇÃO 4.0**

13) Marque as metodologias mais utilizadas em sala de aula pelos professores, no processo de ensino-aprendizagem, em sua instituição de ensino. (É possível selecionar mais de uma opção).

- ( ) Aula Expositiva
- ( ) Aula Prática
- ( ) Aula Dialogada (Dialógica)
- ( ) Sala de Aula Invertida
- ( ) Estudo de Caso
- ( ) Método de Projetos
- ( ) Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)
- ( ) Problematização com o arco de Maguerez
- ( ) Realidade Virtual
- ( ) Realidade Aumentada
- ( ) Gamificação

Para responder as questões a seguir, considere:

**Discordo totalmente**, caso você considere que a afirmativa não é verdadeira (0%).

**Discordo parcialmente**, caso você considere que a afirmativa atenda a um percentual de 25% de veracidade.

**Não concordo nem discordo**, caso você não saiba responder a essa pergunta.

**Concordo parcialmente**, caso você considere que a afirmativa atenda a um percentual de 75% de veracidade.

**Concordo totalmente**, caso você considere que a afirmativa seja completamente verdadeira (100%).

14) Considero que a instituição de ensino, da qual faço parte, preparou-me para utilizar tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 em minha atuação profissional.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
( )	( )	( )	( )	( )

- 15)** A utilização de tecnologias, tais como: Simulação Computacional, Realidade Virtual e Aumentada, dentre outras, no processo de ensino-aprendizagem, é extremamente importante.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
( )	( )	( )	( )	( )

- 16)** Os planos de ensino do meu curso estão preparados para o cenário da Indústria 4.0.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
( )	( )	( )	( )	( )

**MUITO OBRIGADA!**

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES

### **BLOCO I – PERFIL DO RESPONDENTE**

**Curso:**

- ( ) Técnico  
( ) Superior

### **BLOCO II – INDÚSTRIA 4.0**

Para responder as questões a seguir, considere:

0% = nunca ministrei

50% = ministro, algumas vezes, sobre o assunto

100% = sempre ministro sobre o assunto

As questões 01 a 12 avaliam o quanto as principais tecnologias e/ou características inerentes à Indústria 4.0 fazem parte de sua prática de ensino.

- 1) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Indústria 4.0”  
( ) 0% ( ) 50% ( ) 100%
- 2) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Inteligência Artificial”.  
( ) 0% ( ) 50% ( ) 100%
- 3) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito dos conceitos “Internet das Coisas (IoT)” e “Internet dos Serviços (IoS)”.  
( ) 0% ( ) 50% ( ) 100%
- 4) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Sistemas Físicos-Cibernéticos”.  
( ) 0% ( ) 50% ( ) 100%
- 5) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Segurança Cibernética”.  
( ) 0% ( ) 50% ( ) 100%
- 6) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Big Data”.  
( ) 0% ( ) 50% ( ) 100%
- 7) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Computação em nuvem”.  
( ) 0% ( ) 50% ( ) 100%
- 8) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Manufatura Aditiva”.

0%    50%    100%

- 9) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Realidade Aumentada”.
- 0%    50%    100%
- 10) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Realidade Virtual”.
- 0%    50%    100%
- 11) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito “Simulação Computacional”.
- 0%    50%    100%
- 12) Marque o percentual que melhor representa o quanto você considera que ministra, por meio de sua instituição de ensino, a respeito do conceito de “AGV’s” (Veículos Guiados Automaticamente) ou “AMR’s”.
- 0%    50%    100%

### **BLOCO III – EDUCAÇÃO 4.0**

- 13) Marque as metodologias mais utilizadas por você, em sala de aula, no processo de ensino-aprendizagem, em sua instituição de ensino. (É possível selecionar mais de uma opção).
- Aula Expositiva  
 Aula Prática  
 Aula Dialogada (Dialógica)  
 Sala de Aula Invertida  
 Estudo de Caso  
 Método de Projetos  
 Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)  
 Problematização com o arco de Maguerez  
 Realidade Virtual  
 Realidade Aumentada  
 Gamificação

Para responder as questões a seguir, considere:

**Discordo totalmente**, caso você considere que a afirmativa não é verdadeira (0%).

**Discordo parcialmente**, caso você considere que a afirmativa atenda a um percentual de 25% de veracidade.

**Não concordo nem discordo**, caso você não saiba responder a essa pergunta.

**Concordo parcialmente**, caso você considere que a afirmativa atenda a um percentual de 75% de veracidade.

**Concordo totalmente**, caso você considere que a afirmativa seja completamente verdadeira (100%).

- 14) Considero que a instituição de ensino, da qual faço parte, prepara o discente para utilizar tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 em sua atuação profissional.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
( )	( )	( )	( )	( )

- 15)** A utilização de tecnologias, tais como: Simulação Computacional, Realidade Virtual e Aumentada, dentre outras, no processo de ensino-aprendizagem, é extremamente importante.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
( )	( )	( )	( )	( )

- 16)** Os planos de ensino do curso que faço parte como docente estão preparados para o cenário da Indústria 4.0.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
( )	( )	( )	( )	( )

**MUITO OBRIGADA!**