



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**

**MARCIO ROQUE DOS SANTOS DA SILVA**

**TECNOLOGIAS DIGITAIS ASSOCIADAS À INDÚSTRIA 4.0 NA FORMAÇÃO  
PROFISSIONAL: UM ESTUDO DE CASO NO CCET/UFS**

**SÃO CRISTÓVÃO – SE**

**2018**

**MARCIO ROQUE DOS SANTOS DA SILVA**

**TECNOLOGIAS DIGITAIS ASSOCIADAS À INDÚSTRIA 4.0 NA FORMAÇÃO  
PROFISSIONAL: UM ESTUDO DE CASO NO CCET/UFS**

Monografia apresentada ao Departamento de Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal de Sergipe, em cumprimento às normas de Trabalho de Conclusão de Curso regulamentadas pela Resolução nº 069/2012/CONEPE como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Elena Leon Olave.**

**SÃO CRISTÓVÃO – SE**

**2018**

**MARCIO ROQUE DOS SANTOS DA SILVA**

**TECNOLOGIAS DIGITAIS ASSOCIADAS À INDÚSTRIA 4.0 NA FORMAÇÃO  
PROFISSIONAL: UM ESTUDO DE CASO NO CCET/UFS**

Monografia apresentada ao Departamento de Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal de Sergipe, em cumprimento às normas de Trabalho de Conclusão de Curso regulamentadas pela Resolução nº 069/2012/CONEPE como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

São Cristóvão/SE, 28 de agosto de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Elena Leon Olave (Orientadora).

Departamento de Administração/Universidade Federal de Sergipe.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Conceição Melo Silva Luft.

Departamento de Administração/Universidade Federal de Sergipe.

---

Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Edward David Moreno Ordonez.

Departamento de Computação/Universidade Federal de Sergipe.

*Dedico esta monografia aos meus amados pais, Marinalva e Reginaldo, – exemplo de força e caráter – pelo incentivo e confiança depositados em mim ao longo dos anos; e à minha querida irmã Regiane, pelo amor fraternal, afeto e companheirismo.*

## AGRADECIMENTOS

É chegado o momento de encerrar um ciclo de especial representatividade. Foram quase cinco anos de valorosos aprendizados em um processo intenso de formação pessoal e profissional. Certo momento, decidi que precisava ir, a princípio sem muito direcionamento e conhecimento acerca das coisas, mas sabia que logo descobriria. Chegar até aqui não foi fácil, afinal de contas, a universidade era um mundo desconhecido para mim. Ter passado pelo ensino técnico do IFBA foi, sem dúvidas, importante para essa descoberta e para o despertar de um novo sonho: a tão desejada formação superior em uma universidade pública federal.

Com muitas reflexões, hoje avalio de forma positiva todas as decisões e experiências que me trouxeram até a UFS. Apesar das adversidades, agradeço a Deus por guiar os meus passos e a todos que contribuíram direta e indiretamente para a concretização desse sonho.

Agradeço profundamente à minha mãe, **Marinalva**, pelo amor incondicional e pela presença constante. Uma mulher forte, guerreira e sempre muito dedicada, nunca mediu esforços para cuidar da sua família. Aos nossos pedidos, respondia com uma feição doce e tom de brincadeira “*O que vocês me pedem chorando que eu não faço sorrindo?*”. Diante das dificuldades, sempre manteve a calma, a fé e a esperança. A mulher que eu mais admiro na vida! Ao meu pai, **Reginaldo**, um homem forte e sério que apesar do jeito firme possui um coração tão bondoso. Sempre acreditou em mim, me apoiando e permanecendo ao meu lado, independentemente das circunstâncias. Me ensinou por meio de gestos e ações o valor que tem cada conquista. Sua batalha diária é o que me impulsiona a lutar por uma vida melhor.

Aos meus pais, a minha eterna gratidão, pela confiança, pelos valores apreendidos e por me incentivarem a alçar grandes voos, compreendendo a necessária distância física na construção do meu eu pessoal e profissional e da minha identidade enquanto ser humano. O cuidado, os ensinamentos e a preocupação diária contribuíram para que eu enfrentasse o mundo afora com a certeza de que jamais estaria sozinho.

Sou grato também à minha querida irmã, **Regiane**, pelo amor fraternal. Um exemplo de superação e de garra, suas singelas demonstrações de carinho e companheirismo me tornam mais forte e mais humano. Cresci sob os seus cuidados e pude cuidá-la também, compreendendo-a e amadurecendo juntos. Às minhas primas: **Daianna Quelle**, pelo incentivo, a quem eu tenho uma imensa admiração e respeito, inspirou-me a enxergar as possibilidades existentes além das fronteiras de uma pequena cidade do interior da Bahia. Lembro-me sempre da sua dedicação aos estudos e da sua defesa de mestrado; e **Karinne**,

pelo apoio e carinho direcionados a mim, sempre muito alegre pudemos compartilhar muitos momentos felizes, com risos largos e sentimentos verdadeiros. Amo todas vocês.

Agradeço, especialmente, ao meu namorado, companheiro e amor, **Everton Melo**, por colorir os meus dias. Sou grato pelo carinho, incentivo, apoio e partilha diária. Fonte de inspiração, o admiro pela sua história, força e caráter, pela maturidade e sabedoria. Obrigado por compartilhar prazerosamente a vida comigo, com muito respeito e confiança e por me compreender na minha subjetividade. Amo-te!

Aos laços de amizade construídos durante o curso, minha gratidão pelo companheirismo, pela partilha de experiências e bons momentos, e por tornarem o processo de formação mais prazeroso. Agradeço em especial a: **Leila Maria, Mariana Matos, Thales Mickael, Cláudio Santos, Adryelle Sampaio, José Lailson e Nayara Carvalho**.

Na universidade, pude vivenciar muitas experiências construtivas. Agradeço à **EJAUFS Consultoria** pela oportunidade do contato com o mercado ainda durante o curso, permitindo-me desenvolver competências e habilidades profissionais inerentes à prática profissional. Ao **SENAI** pela oportunidade de estágio, o qual me proporcionou um engrandecimento pessoal e profissional, em especial a família EAD: **Marco Pacheco, Samla, Roger, Alysson e Wendell**. À **UFS** pelo incentivo ao desenvolvimento profissional através do **PRODAP**, e à **Assistência Estudantil**, suporte fundamental durante o curso.

Registro os meus agradecimentos aos **docentes e discentes do CCET/UFS** pela contribuição para o desenvolvimento da pesquisa. E a banca examinadora, **Prof.º Edward Ordonez e Prof.ª Maria Conceição**, pelas valiosas contribuições ao estudo, estimulando o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos e a construção do saber. Gratidão!

Por fim, à minha querida orientadora **Prof.ª Maria Elena**, a minha sincera gratidão pela dedicação, pela atenção e por compartilhar os seus conhecimentos de forma tão alegre e singela. Sou grato pela compreensão, confiança e paciência durante todo o processo de construção do saber – seja em sala de aula, durante a monitoria ou na própria construção do presente trabalho. Agradeço por me dar a independência necessária e a orientação fundamental para trilhar a construção do TCC. Agradeço também a todo o corpo docente do Departamento de Administração pelos ensinamentos e aos técnicos pelo apoio, em especial a: **Prof.ª Ludmilla**, pelo incentivo aos estudos e confiança, principalmente na representação da turma da sua disciplina de Pesquisa em Administração e no desenvolvimento da oficina na SEMAC 2017; e a **Prof.ª Maria Teresa** pela orientação durante a monitoria da disciplina de Sociologia das Organizações e nas atividades desenvolvidas na SEMAC 2016.

*Gratidão!*

*O conhecimento compartilhado passa a ser especialmente decisivo para moldarmos um futuro coletivo que reflita valores e objetivos comuns. Precisamos de uma visão compartilhada abrangente e global sobre como a tecnologia tem mudado nossas vidas e mudará a das gerações futuras, e sobre como ela está remodelando o contexto econômico, social, cultural e humano em que vivemos.*

Klaus Schwab

## RESUMO

A concepção de uma quarta revolução industrial, sob o termo Indústria 4.0 está sendo difundida mundialmente provocando rupturas no que concerne a evolução dos sistemas produtivos, como ocorreu nas primeiras revoluções industriais. A convergência de tecnologias digitais ubíquas, como a *Internet of Things* (IoT), os *Cyber-physical systems* (CPS), *Big Data* e Fabricação Aditiva nos sistemas de produção atuais criam as chamadas “Fábricas Inteligentes”, onde todas as etapas da cadeia de valor são interconectadas, permitindo a comunicação em tempo real. No cenário da Indústria 4.0, as máquinas adquirem autonomia através da utilização de sensores e atuadores mais poderosos que aproximam os ambientes físicos e virtuais, permitindo que as tarefas sejam realizadas de modo descentralizado, por meio da auto-organização, autoconfiguração e inteligência artificial. Esse processo causa impactos em diversos setores da sociedade, como no sistema de ensino, especificamente, na qualificação profissional de modo a exigir um novo modelo de ensino e formação profissional para atender aos anseios da economia industrial. Nesse contexto, como objetivo principal buscou-se analisar como as tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional sob a ótica do corpo docente e discente do CCET/UFS. Para tanto, utilizou-se de um estudo de caso e estudo bibliográfico sob uma abordagem exploratória e descritiva, aplicando questionários com docentes e discentes do CCET/UFS. A partir da análise dos dados, constatou-se que: a inserção das tecnologias digitais na formação profissional traz contribuições para o aprimoramento da formação profissional quanto a modernização dos sistemas de ensino, por meio da adequação dos currículos escolares e projetos pedagógicos de curso, e a estruturação de um espaço que simule o ambiente que os egressos encontrarão no mercado de trabalho, de modo a aumentar a produtividade do processo de ensino-aprendizagem, tornando as aulas mais atrativas e eficientes ao estimular a aprendizagem prática e a aproximação da relação teórico-prática. A pesquisa aponta ainda impactos – benefícios e desafios – do uso das tecnologias digitais na formação profissional: embora os desafios envolvidos incluam fatores como a falta de investimento para a aquisição de tecnologias digitais e capacitação profissional, e a falta de estrutura disponível, as tecnologias digitais podem trazer muitas contribuições no que tange a melhoria das condições de ensino, atualização profissional e desenvolvimento de habilidades e competências essenciais que assegure ao profissional o adequado acompanhamento das tendências do mercado no contexto dos avanços tecnológicos.

**Palavras-chave:** Formação profissional. Indústria 4.0. Revolução Industrial. Tecnologias digitais e ensino.

## ABSTRACT

The conception of a fourth industrial revolution under the term Industry 4.0 is being spread worldwide, causing ruptures in the evolution of the productive systems, as occurred in the first industrial revolutions. The convergence of ubiquitous digital technologies such as the Internet of Things (IoT), Cyber-physical systems (CPS), Big Data and Additive Manufacturing in today's production systems create so-called "Intelligent Factories" where all stages of the value are interconnected, allowing real-time communication. In the industry scenario 4.0, machines acquire autonomy through the use of more powerful sensors and actuators that bring physical and virtual environments closer together, allowing tasks to be performed in a decentralized way, through self-organization, self-configuration and artificial intelligence. This process causes impacts in several sectors of society, such as the education system, specifically, in professional qualification in order to demand a new model of vocational education and training to meet the aspirations of the industrial economy. In this context, the main objective was to analyze how the digital technologies linked to Industry 4.0 can contribute to the improvement of the professional training from the point of view of faculty and students of the CCET/UFS. For that, a case study and bibliographic study was used under an exploratory and descriptive approach, applying questionnaires with teachers and students of the CCET/UFS. From the analysis of the data, it was verified that: the insertion of digital technologies in the professional formation brings contributions to the improvement of the professional training regarding the modernization of the education systems, through the adaptation of the school curricula and pedagogical projects of course, and the structuring of a space that simulates the environment that graduates will find in the labor market, in order to increase the productivity of the teaching-learning process, making classes more attractive and efficient by stimulating practical learning and the approximation of the theoretical-practice. The research also points to impacts – benefits and challenges – from the use of digital technologies in vocational training: although the challenges involved include factors such as the lack of investment for the acquisition of digital technologies and professional training, and the lack of available structure, digital technologies can bring many contributions regarding the improvement of teaching conditions, professional updating and development of essential skills and competences that assure the professional the adequate monitoring of market trends in the context of technological advances.

**Keywords:** Vocational training. Industry 4.0. Industrial Revolution. Digital technologies and teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Panorama das Revoluções Industriais (Da Indústria 1.0 a Indústria 4.0) .....	28
Figura 2 – Estrutura de oferta de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 .....	51

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios da Indústria 4.0 .....	35
Quadro 2 – Pilares tecnológicos da Indústria 4.0 .....	38
Quadro 3 – Tecnologias ubíquas da Indústria 4.0 .....	42
Quadro 4 – Síntese dos estudos teórico e empíricos .....	67
Quadro 5 – Missão, visão e valores da UFS .....	74
Quadro 6 – Departamentos e Cursos do CCET/UFS .....	75
Quadro 7 – <i>Lócus</i> de pesquisa (após o filtro) .....	81
Quadro 8 – Categorias e elementos de análise da pesquisa.....	84

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo da Escala Likert de cinco pontos.....	83
Tabela 2 – Exemplo da Escala <i>Pharse Completion</i> .....	83
Tabela 3 – Perfil dos docentes respondentes .....	86
Tabela 4 – Perfil dos discentes respondentes .....	101

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Proximidade dos docentes com a temática Indústria 4.0.....	88
Gráfico 2 – Conhecimento e/ou uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 pelos docentes .....	89
Gráfico 3 – Ambiente em que os docentes já utilizaram alguma das tecnologias digitais na formação profissional .....	90
Gráfico 4 – Metodologias utilizadas pelos docentes no processo de ensino-aprendizagem ...	91
Gráfico 5 – Nível de satisfação dos docentes com a utilização de tecnologias digitais na formação profissional .....	92
Gráfico 6 – Nível de preparação dos docentes para utilizar as tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem .....	93
Gráfico 7 – Adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso para o cenário da Indústria 4.0 sob a ótica dos docentes .....	94
Gráfico 8 – Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos docentes (parte 01) .....	95
Gráfico 9 – Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos docentes (parte 02) .....	96
Gráfico 10 – Desenvolvimento de Habilidades a partir da utilização de tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional sob a ótica dos docentes.....	97
Gráfico 11 – Proximidade dos discentes com a temática Indústria 4.0.....	103
Gráfico 12 – Conhecimento e/ou uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 pelos discentes .....	103
Gráfico 13 – Ambiente em que os discentes já utilizaram alguma das tecnologias digitais na formação profissional .....	104
Gráfico 14 – Nível de satisfação dos discentes com a utilização de tecnologias digitais na formação profissional .....	105
Gráfico 15 – Nível de preparação dos discentes para utilizar as tecnologias digitais na atuação profissional .....	106
Gráfico 16 – Adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso para o cenário da Indústria 4.0 sob a ótica dos discentes.....	107
Gráfico 17 – Contribuição das tecnologias associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos discentes (parte 01) .....	108

Gráfico 18 – Contribuição das tecnologias associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos discentes (parte 02) .....	109
Gráfico 19 – Desenvolvimento de Habilidades a partir da utilização de tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional sob a ótica dos discentes.....	110

## LISTA DE SIGLAS

<b>BCG</b>	<i>Boston Consulting Group</i>
<b>CCET</b>	Centro de Ciência Exatas e Tecnologia
<b>CETIC</b>	Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação
<b>CNI</b>	Confederação Nacional da Indústria
<b>CPS</b>	<i>Cyber-Physical Systems</i> (Sistemas ciberfísicos)
<b>DCEM</b>	Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais
<b>DCOMP</b>	Departamento de Computação
<b>DEL</b>	Departamento de Engenharia Elétrica
<b>DEPRO</b>	Departamento de Engenharia de Produção
<b>DMEC</b>	Departamento de Engenharia Mecânica
<b>DTA</b>	Departamento de Tecnologia de Alimentos
<b>FIRJAN</b>	Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
<b>FUNDACRED</b>	Fundação de Crédito Educativo
<b>IoS</b>	<i>Internet of Services</i> (Internet dos Serviços)
<b>IoT</b>	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
<b>MEC</b>	Ministério de Educação
<b>NUPETRO</b>	Núcleo de Graduação em Engenharia de Petróleo
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>PBL</b>	<i>Problem Based Learning</i> (Aprendizado Baseado em Problemas)
<b>PDI</b>	Plano de Desenvolvimento Institucional
<b>RFID</b>	<i>Radio-Frequency IDentification</i> (Identificação por radiofrequência)
<b>SIGAA</b>	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
<b>TI/TIC</b>	Tecnologia da Informação/Tecnologia da Informação e Comunicação
<b>UFS</b>	Universidade Federal de Sergipe
<b>WEF</b>	<i>World Economic Forum</i> (Fórum Econômico Mundial)
<b>3D</b>	Três dimensões

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	19
<b>1.2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>19</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	24
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>25</b>
2.1 PANORAMA DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS .....	25
2.2 INDÚSTRIA 4.0: TECNOLOGIAS DIGITAIS E FORMAÇÃO PROFISSIONAL ..	29
<b>2.2.1 Breve histórico.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.2 Conceitos e características principais .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.3 Tecnologias digitais da Indústria 4.0.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.4 Considerações sobre a Indústria 4.0 no Brasil .....</b>	<b>43</b>
<b>2.2.5 Impactos da Indústria 4.0 no ensino e formação profissional.....</b>	<b>47</b>
<b>2.2.6 Tecnologias digitais no ensino e a concepção de uma Educação 4.0 .....</b>	<b>51</b>
<b>2.2.7 Metodologias ativas de ensino-aprendizagem .....</b>	<b>55</b>
2.3 ESTUDOS RELACIONADOS COM O TEMA DE PESQUISA.....	57
<b>3 CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO ESTUDADA .....</b>	<b>72</b>
3.1 UFS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE.....	72
<b>3.1.1 CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia .....</b>	<b>75</b>
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>77</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	77
4.2 QUESTÕES DE PESQUISA.....	79
4.3 FONTES DE EVIDÊNCIAS .....	79
4.4 UNIVERSO E AMOSTRA .....	80
4.5 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	82
4.6 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO CASO .....	83
4.7 CATEGORIAS E ELEMENTOS DE ANÁLISE .....	84
4.8 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS .....	85
<b>5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....</b>	<b>86</b>
5.1 ÓTICA DOS DOCENTES .....	86

5.1.1 Perfil dos docentes respondentes .....	86
5.1.2 Contato dos docentes com as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0	88
5.1.3 Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos docentes .....	95
5.1.4 Desenvolvimento de habilidades a partir da utilização das tecnologias digitais associadas a Indústria 4.0 sob a ótica dos docentes .....	97
5.1.5 Impactos da utilização das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional na ótica dos docentes.....	98
5.2 ÓTICA DOS DISCENTES.....	101
5.2.1 Perfil dos discentes respondentes.....	101
5.2.2 Contato dos discentes com as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 .....	102
5.2.3 Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos discentes .....	107
5.2.4 Desenvolvimento de habilidades a partir da utilização das tecnologias digitais associadas a Indústria 4.0 sob a ótica dos discentes.....	109
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>111</b>
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	114
6.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	115
6.3 PERSPECTIVAS PARA FUTUROS ESTUDOS .....	116
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES DO CCET/UFS</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DISCENTES DO CCET/UFS</b>	<b>126</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 tem transformado os sistemas produtivos por meio da automação e digitalização de novos processos, produtos e modelos de negócios. Essa nova configuração tem demandado a requalificação de profissionais nas diversas áreas do conhecimento para atender aos anseios da economia industrial, criando, assim, novos desafios para a educação brasileira, especialmente, para a formação profissional. Neste sentido, a educação superior assume uma função essencial no aumento dos níveis de produtividade e competitividade.

No decorrer da história, as revoluções industriais foram caracterizadas e demarcadas a partir da transformação dos modos de produção por meio da inserção de tecnologias mais avançadas, o que gerou impactos nas dimensões econômica, política, social e cultural. Isso fica mais evidente ao refletir quando se afirma que “o avanço da digitalização é um processo cada vez mais presente na vida das empresas e das pessoas e permeará todas as áreas da economia, provocando múltiplas transformações econômicas e sociais nos próximos anos” (CNI, 2018c, p. 13).

A primeira Revolução Industrial caracterizou-se pela mecanização dos sistemas produtivos (manufaturas) por meio do uso da energia hídrica; a segunda foi marcada pela produção em massa de bens (duráveis e não-duráveis), movida a eletricidade, através da complexificação da divisão social do trabalho; a terceira revolução ou era da informação envolveu o emprego da eletrônica e da tecnologia da informação para alcançar uma maior automação dos processos de fabricação, uma vez que, as máquinas assumiram o trabalho manual e uma parte do trabalho intelectual; agora, surge a quarta revolução industrial sob a denominação de Indústria 4.0, envolvendo tecnologias digitais avançadas.

Apesar das tecnologias digitais não serem algo novo, elas estão provocando rupturas com relação àquelas que caracterizaram a terceira revolução industrial, visto que a sofisticação e integração das mesmas estão provocando modificações no âmbito político, econômico, social, acadêmico e mercadológico (SCHWAB, 2016). Deloitte (2015) corrobora com a ideia que, de fato, a grande maioria dessas tecnologias não são recentes, sendo datadas de cerca de 30 anos atrás. Entretanto, “o recente aumento maciço no poder de computação e a redução no custo, junto com a miniaturização, agora as tornam adequadas para o uso industrial” (DELOITTE, 2015, p. 05). Isso demonstra que, quando se fala em tecnologias da informação, as técnicas evoluem numa celeridade em grande escala.

Diante desses avanços, segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2016), a expressão Indústria 4.0, ou quarta revolução industrial, vem sendo

difundida mundialmente, a partir da otimização dos sistemas produtivos, “marcada pelo conjunto de mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, aumentando o valor na cadeia organizacional e em todo o ciclo de vida do produto” (FIRJAN, 2016, p. 09), assim como ocorreu nas três revoluções anteriores. Neste novo cenário da manufatura, há uma convergência entre o ambiente físico e o virtual por meio da internet. Dito de outra forma, “tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, e até o produto) são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada” (FIRJAN, 2016, p. 09).

Assim como ocorreu nas revoluções anteriores, a mão-de-obra precisou passar por um processo de (re)profissionalização de modo a desenvolver novas habilidades e competências para o manuseio de equipamentos mais avançados dentro das indústrias. Isso culminou na necessidade de adequação dos sistemas de ensino que precisaram se moldar para atender aos anseios da economia industrial.

Schwab (2016) considera esse momento como uma nova revolução tecnológica capaz de modificar o modo como se vive, se trabalha e até mesmo se relaciona na sociedade, devido à alta complexidade dos avanços tecnológicos. Essas mudanças provocam transformações também nos modelos de negócios, produção, consumo e sistemas logísticos, estimulando uma mudança de paradigma da utilização das tecnologias digitais para facilitar as atividades do dia a dia de modo a tornar mais eficiente o seu desenvolvimento. A reformulação dos sistemas da sociedade é fundamental para acompanhar esse novo cenário, “[...] está em andamento a reformulação de governos e de nossas instituições; o mesmo ocorre, entre muitos outros, com **os sistemas de educação**, saúde e de transportes” (SCHWAB, 2016, p. 12, grifos nossos).

O avanço da digitalização da economia traz grandes impactos para a competitividade nos diversos setores. Os principais países industrializados têm enfatizado o desenvolvimento da Indústria 4.0 nos seus planejamentos no que tange as políticas industriais de modo a estimular e manter sua competitividade. Estima-se que a implementação, por exemplo, da Internet das Coisas nesses setores deve acarretar um ganho no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro de US\$ 210 bilhões de dólares, até 2030, considerando um cenário em que o país consiga acelerar a absorção das tecnologias digitais, o que é condicionado, entre outros aspectos, a melhorias na esfera dos negócios, infraestrutura, bem como nas ações de difusão de tecnologias e no aperfeiçoamento regulatório (CNI, 2018c). Estima-se ainda que “até 2025, os processos relacionados à Indústria 4.0 poderão reduzir custos de manutenção de equipamentos entre 10% e 40%, reduzir o consumo de energia entre 10% e 20% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25%” (CNI, 2018c, p. 19).

Porém, pesquisas revelam que o conhecimento das indústrias brasileiras acerca das tecnologias digitais ainda é muito limitado, o que dificulta o processo de incorporação das novas tecnologias na manufatura. Estudos da Confederação Nacional da Indústria (CNI) têm recomendado, entre outras ações: “Levantar necessidades e oportunidades para aplicação de tecnologias digitais nas cadeias produtivas [...] Priorizar políticas de difusão e indução à adoção das novas tecnologias [...] **Desenvolver estratégias para a formação e requalificação de recursos humanos** [...] (CNI, 2018b, p. 12, grifos nossos).

Neste sentido:

A definição das estruturas curriculares e das metodologias de ensino constitui-se em um grande desafio em todo o mundo. De um lado, a contínua produção de novos conhecimentos, o acelerado progresso técnico e os desafios da sociedade do século XXI exigem constante atualização das competências e habilidades, das estratégias de ensino, do material didático e dos currículos escolares. De outro, as mudanças nas demandas oriundas do setor produtivo reforçam essa situação, exigindo frequentes atualizações dos cursos de formação técnica e profissional, de modo a sustentar uma oferta de trabalhadores aderente aos requisitos do mundo do trabalho (CNI, 2018b, p. 23).

Essas transformações societárias e do mundo do trabalho e da indústria provocam diversas modificações na produção e reprodução social de modo flexível e global, difundindo as tecnologias por diversos âmbitos da sociedade como a educação. Esse processo causa impactos no sistema de ensino, especificamente, na qualificação profissional de modo a atender aos anseios da nova conjuntura.

Neste sentido, o objetivo desse estudo consiste em analisar como as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional, a partir da apreensão dos docentes e discentes do CCET/UFS. Essa área concentra os cursos que estão ligados diretamente ao uso e desenvolvimento de tecnologias, e por onde, geralmente, se inicia a aplicação desses recursos no processo de aperfeiçoamento profissional, conforme afirma a CNI (2018a).

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A discussão acerca da Indústria 4.0 nas universidades brasileiras ainda é uma realidade embrionária. Contudo, “as instituições já iniciaram estudos e atualizações nos currículos de cursos como engenharias e computação de olho no profissional que será requisitado pelo setor

industrial em um futuro próximo” (CNI, 2017, s.n.)<sup>1</sup>. Essa adaptação prevê “[...] melhorias que deem ao aluno a oportunidade de uma formação com visão mais multidisciplinar, sistêmica e condizente com as necessidades da sociedade, em especial [...] da nova geração de produção, indústria 4.0” (CNI, 2018a, p. 22).

Dessa forma, o presente estudo tem como tema as tecnologias digitais na formação profissional, no contexto da quarta revolução industrial, a partir da particularidade do ensino em engenharia na UFS, através da percepção dos discentes e docentes envolvidos, objetivando-se no seguinte problema de pesquisa: **De que forma as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional sob a ótica dos docentes e discentes do CCET/UFS?**

## 1.2 OBJETIVOS

Quanto aos objetivos norteadores desse estudo, há uma divisão em: geral e específicos. Conforme Marconi e Lakatos (2009) o objetivo geral está atrelado diretamente ao conteúdo substancial dos fenômenos, eventos e/ou ideias estudadas, apresentando uma visão abrangente da temática analisada. Por sua vez, os objetivos específicos, de caráter mais concreto, apresentam uma “[...] função intermediária e instrumental, permitindo, de um lado, atingir o objetivo geral e, de outro, aplicar este a situações particulares” (MARCONI; LAKATOS, 2009, p. 106).

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar como as tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional sob a ótica dos docentes e discentes do CCET/UFS.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar o Centro de Ciências Exatas e Tecnologias (CCET) da UFS;
- Caracterizar o perfil dos docentes e discentes do CCET/UFS que participaram da pesquisa;
- Identificar a(s) metodologia(s) de ensino utilizada(s) pelos docentes do CCET/UFS;

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/agenciacni/noticias/2017/07/universidades-e-iel-sp-dialogam-sobre-a-preparacao-de-profissionais-para-a-industria-4-0/>>. Acesso em: 09 jul. 2018.

- Caracterizar as tecnologias digitais da Indústria 4.0 conforme a literatura;
- Mapear as tecnologias digitais características da Indústria 4.0 utilizadas na formação profissional do CCET/UFS;
- Identificar os impactos da implementação dessas tecnologias digitais no aperfeiçoamento da formação profissional do CCET/UFS.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa “consiste numa exposição sucinta, porém completa, das razões de ordem teórica e dos motivos de ordem prática que tornam importante a realização da pesquisa” (MARCONI; LAKATOS, 2009, p. 107). Neste ponto, enfatiza-se, dentre outros aspectos, a relevância das discussões propostas nesse trabalho de modo a pontuar as contribuições teóricas e analíticas para a academia, para a organização estudada e para a sociedade.

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria – CNI (2018b, p. 14), “a educação brasileira padece de graves problemas estruturais, com reflexos sociais perversos e efeitos nocivos sobre as condições de funcionamento do conjunto do sistema produtivo, em particular da indústria”. Em consequência disso, há uma redução do número de trabalhadores qualificados e dos níveis de desenvolvimento tecnológico e de produtividade.

Dados obtidos através da PNAD/IBGE/2017<sup>2</sup> oferecem um panorama da educação brasileira: 6,9 milhões de jovens com idade entre 18 e 24 anos não estão inseridos nas escolas, tão pouco no mercado de trabalho, representando um percentual de 30,1% da população; apenas 58,5% dos jovens concluem o Ensino Básico até os 19 anos, elevando o número de adultos que não concluíram o Ensino Médio e precisaram recorrer a Educação de Jovens e Adultos (EJA) para finalizar o processo de escolarização; somente 11,1% dos alunos do Ensino Médio estavam cursando a Educação Profissional; e quanto ao ensino superior, apenas 15% das pessoas entre 25 e 64 anos possuíam uma qualificação profissional de ensino superior.

Isso implica no perfil dos alunos que ingressam nas Instituições de Ensino Superior (IES). Particularizando o objeto de estudo, tem-se o exemplo dos cursos de engenharia<sup>3</sup>, que

<sup>2</sup> Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

<sup>3</sup> “As avaliações dos cursos superiores realizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) são sugestivas das fragilidades do ensino em engenharia: dos 1.538 cursos avaliados em 2014, cerca de 60% atingiram apenas a nota mínima satisfatória e 15% ficaram abaixo desse valor” (CNI, 2018a, p. 11).

registram um percentual de cerca de 50% de evasão, considerando que a cada 1.000 candidatos nos processos seletivos, 175 ingressam nas IES e somente 95 conseguem concluir o curso (CNI, 2018a). Em comparação com outros países, o Brasil:

[...] ocupa uma das piores posições no indicador de número de engenheiros por habitante. Em 2014, enquanto a Coreia, a Rússia, a Finlândia e a Áustria contavam com mais de 20 engenheiros para cada 10 mil habitantes, e países como Portugal e Chile dispunham de cerca de 16, o Brasil registrava apenas 4,8 graduados em engenharia para o mesmo universo de pessoas (CNI, 2018a, p. 15-16).

Nesse contexto, entende-se que para a consolidação da Indústria 4.0, o Brasil tem desafios a enfrentar no que diz respeito a qualificação profissional, tendo em vista que “a baixa escolaridade da população brasileira e a reduzida qualidade da educação interferem na capacidade dos trabalhadores de interagirem com as novas tecnologias e métodos de produção, o que produz efeitos negativos sobre a produtividade, a competitividade e o potencial de crescimento” (CNI, 2018b, p. 11).

Dados disponibilizados pela pesquisa Sondagem Espacial Indústria 4.0 da CNI (2016) apontam que 42% das empresas (que participaram da pesquisa) consideram que uma das três ações essenciais para a inserção de tecnologias digitais em seus processos, é o investimento em novos modelos de educação e programas de treinamento.

Nesse cenário, a CNI (2018b) aponta algumas recomendações para a educação brasileira, que envolve entre outras ações: a elaboração de políticas e diretrizes para o uso de tecnologias na educação, enfatizando as áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática; o apoio a oferta de disciplinas práticas, criando condições para a reestruturação de laboratórios de ciências e a implantação de metodologias de robótica; e o estímulo a aproximação entre instituições de ensino, empresas e o poder público.

Segundo a Pesquisa TIC Educação<sup>4</sup>, realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação – CETIC (2017, p. 27), “as tecnologias digitais ganham cada vez mais espaço e estão muito próximas de grande parte da população, embora ainda sejam encontradas disparidades no acesso e no uso da rede”. Os dados da última pesquisa, realizada em 2016, traz algumas nuances sobre o uso das tecnologias digitais nas escolas, conforme apresenta-se a seguir.

---

<sup>4</sup> Conta com o apoio institucional do Ministério da Educação (MEC), do Conselho Nacional de Secretários de Educação (Consed), da União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime) e da Representação da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) no Brasil, além de ter o suporte técnico e metodológico de um grupo de pesquisadores acadêmicos, representantes de organizações da sociedade civil e do governo, especialistas na intersecção entre a educação e as tecnologias digitais (CETIC, 2017, p. 28).

Os resultados mostram que 95% das escolas públicas das áreas urbanas possuem, pelo menos, um computador (de mesa, portátil ou *tablet*) conectado à internet, enquanto 52% dos alunos utilizam celulares para realizar atividades acadêmicas. Com relação aos laboratórios de informática, 81% das escolas públicas os possuem, porém apenas 31% dos professores fazem uso dos mesmos para desenvolver atividades com os alunos. Embora 92% das escolas (públicas e privadas) possuam Wi-Fi, 62% dos diretores afirmaram que a rede não é disponível para os alunos, o que resulta no percentual de 31% dos estudantes que acessam a internet pelo celular na escola. A pesquisa mostra ainda que 40% dos professores de escolas públicas afirmam utilizar os computadores para realizar atividades com os alunos em sala de aula, porém apenas 26% conectam à internet. Nas escolas particulares, os percentuais alcançam 58% e 54%, respectivamente.

Esses dados demonstram uma inexpressiva utilização dos recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, o que leva a reconhecer o baixo incentivo do uso de tecnologias no Brasil.

Com relação a percepção dos docentes, coordenadores pedagógicos e diretores sobre o uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem: 94% dos docentes afirmam que, por meio das TICs foi possível acessar diversos materiais didáticos de qualidade; 85% dos mesmos apontam que a adoção de novos métodos de ensino é resultado do uso dessas ferramentas.

Segundo diretores (36%) e coordenadores pedagógicos (35%) de escolas particulares, o desenvolvimento de novas práticas de ensino baseadas no uso de computador e Internet foi considerada a ação prioritária para a integração das TIC na escola. Nas escolas públicas, o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas também é relevante, mas aparecem com maior destaque as ações na área de infraestrutura (CETIC, 2017, p. 29).

Dessa forma, nesse ambiente marcado por “inovações tecnológicas e de compartilhamento de informações em tempo real, de sensorização, de customização e de integração entre o homem e a máquina” (CNI, 2018b, p. 13), a qualificação profissional deve assumir um papel central.

Bittencourt e Albino (2017) afirmam que as tecnologias estão cada vez mais presentes no cenário educacional do século XXI e aqueles que não se adequarem possivelmente se enquadrarão entre os analfabetos digitais. Visto que a utilização desses recursos tem sido essencial para dar suporte ao ensino multidisciplinar e as metodologias ativas de ensino, uma vez que se notou que os alunos estão constantemente conectados a aparelhos tecnológicos,

além de aprenderem mais quando são envolvidos na resolução de problemas em sala de aula, uma vez que têm maior propensão a aprender por meio de aulas dinâmicas e práticas (SILVA et al., 2017; SILVA; CORREA, 2014).

A escolha da temática ora apresentada se justifica devido as transformações societárias e do mundo do trabalho e da indústria, que provocam diversas modificações na produção e reprodução social de modo flexível e global, difundindo as tecnologias por diversos âmbitos da sociedade como a educação. Esse processo causa impactos no sistema de ensino, especificamente, na qualificação profissional de modo a atender as demandas da nova conjuntura.

A escolha da área de conhecimento das engenharias se justifica por ser constituída como uma das principais áreas a utilizarem tecnologias digitais na atuação profissional e formação acadêmica. Objetivamente, é a área mais propícia a alavancar a inovação e competitividade da indústria a partir da sua modernização, visto que, segundo CNI (2018a, p. 11), “os profissionais de engenharia têm papel fundamental no desenvolvimento tecnológico. A sua atuação tem reflexos na melhoria de produtos e processos, na otimização da gestão da produção, nos esforços de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) das empresas e no desenvolvimento de empreendedores”. Além disso, “as condições do ensino de engenharia ocupam, portanto, um lugar central nas discussões que envolvem a formulação e a execução de estratégias de desenvolvimento industrial” (CNI, 2018a, p. 13).

O presente estudo pretende contribuir com a ampliação das produções relacionadas à temática estudada, visto que é um tema relativamente novo no campo da produção do conhecimento, tendo poucos estudos acadêmicos sobre a Indústria 4.0 e a aplicabilidade das tecnologias digitais associadas a esse cenário no ensino. Intenciona contribuir com a sociedade ao desvendar o objeto em questão, problematizando o cenário industrial e urgência da modernização da formação profissional.

Isto posto, a intenção desta pesquisa é analisar como o uso de tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional, a partir da particularidade do ensino de engenharia do CCET/UFS, processo que irá apresentar os limites, os desafios e as tendências dos cursos envolvidos nesta área. Assim, o CCET/UFS se caracteriza como o *locus* de pesquisa por ser o principal núcleo de formação profissional nas engenharias no estado de Sergipe.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos, a saber: Introdução, Referencial Teórico; Procedimentos metodológicos; Análise e interpretação dos dados; e Conclusões.

O primeiro capítulo – Introdução – apresenta a conjuntura geral da pesquisa, expondo o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos, assim como os aspectos que justificam o estudo.

O capítulo dois – Referencial Teórico – versa sobre os principais temas que sustentam o estudo. Para tanto, a princípio, é apresentado um panorama dos avanços tecnológicos que caracterizaram as revoluções industriais. Logo após dar-se ênfase a abordagem sobre a quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 por meio do seu histórico, principais conceitos, características e tecnologias digitais, bem como algumas considerações sobre a Indústria 4.0 no Brasil e os impactos no ensino e formação profissional. Além disso, apresenta-se abordagens sobre Educação 4.0, tecnologias e formação profissional. Caracteriza-se a instituição estudada. E por fim apresenta-se uma sistematização de estudos atuais acerca do tema da pesquisa.

No terceiro capítulo – Procedimentos Metodológicos –, são expostos a caracterização, métodos e questões da pesquisa, bem como as fontes de evidências, critérios para a escolha do caso, categorias e elementos de análise, bem como as técnicas e análise de dados.

O capítulo quatro aborda as análises e interpretações dos dados.

No quinto e último capítulo são apresentadas as principais conclusões e considerações finais sobre a pesquisa, além das limitações para o presente estudo e as perspectivas para futuros estudos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo visa fundamentar os principais conceitos que dão embasamento ao tema da pesquisa. Vergara (2009, p. 29) afirma que a fundamentação teórica faz “uma revisão da literatura existente no que concerne não só ao acervo de teorias e a suas críticas, como também trabalhos realizados que as tomam como referência [...] oferecendo contextualização e consistência à investigação”. Desse modo, permite um entendimento teórico e sistemático fundamental para o alcance dos objetivos propostos por esse estudo.

### 2.1 PANORAMA DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Nesta seção é abordada uma visão panorâmica sobre as revoluções industriais desde o século XVIII até os dias atuais. O intuito é permitir uma melhor compreensão dos avanços tecnológicos, no contexto das grandes revoluções, partindo de alguns questionamentos: Quais as características que marcaram cada período produtivo? Qual o ponto de ruptura entre as revoluções? Quais as tecnologias delimitaram cada período? O que a quarta revolução industrial tem de diferente das anteriores?

Historicamente as revoluções industriais têm sido demarcadas a partir da inserção de novas tecnologias que acarretaram transformações nos modos de produção e influenciaram a maneira como as estruturas sociais, políticas e econômicas são percebidas. Para Schwab (2016, p. 15) o termo revolução “[...] denota mudança abrupta e radical”. Isso significa que há uma mudança estrutural que delimita claramente a transição de um estágio para o outro.

Segundo Rubmann et al. (2015, p. 03), “os avanços tecnológicos provocaram aumentos dramáticos na produtividade desde o início da Revolução Industrial”, devido as transformações tecnológicas que a impulsionaram apoiada no advento da energia a vapor e hídrica, eletricidade e pela automação (LORENZ et al., 2015), no decorrer das três revoluções industriais. Desse modo, desde a revolução agrícola, no contexto da produção, as transformações têm girado em torno da transição da força muscular para a energia mecânica (SCHWAB, 2016).

O início do desenvolvimento industrial, ou **Primeira Revolução Industrial**, foi caracterizado pela mecanização da produção por meio do uso de energia hídrica e a vapor, no final do século XVIII (HEINDL et al., 2016). Isto é, “a industrialização começou com a introdução de equipamentos de fabricação mecânica [...], quando máquinas como o tear mecânico revolucionaram a forma como os bens eram feitos”, fazendo com que o processo de

fabricação manual fosse gradativamente substituído pela utilização de máquinas movidas a água e a vapor (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p. 13). Neste período, as ferrovias começaram a ser construídas e os bicomustíveis e a madeira substituídos pelo carvão (SABO, 2015; SCHWAB, 2016). Essa primeira revolução industrial teve início na Grã-Bretanha, espalhando-se, nos anos seguintes, pela Europa e Estados Unidos, antes de se propagar pelo restante do mundo (SABO, 2015).

No início do século XX, deu-se início a um novo cenário de desenvolvimento nos países tradicionalmente mais industrializados da Europa, Japão e EUA. A **Segunda Revolução Industrial** “envolveu a produção em massa de bens, movida a eletricidade com base na divisão do trabalho” (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p. 13), e influenciada pela expansão dos princípios *tayloristas*<sup>5</sup>. Assim, “[...] na produção industrial, a metodologia de Taylor predominou insistentemente ao longo do século XX, percorrendo grande parte das cadeias produtivas, talvez pela sua simplicidade teórica e universalidade de aplicação” (PINTO, 2013, p. 23). A produção passou a ser operada por meio de energia elétrica e pela utilização das linhas de produção (HEINDL et al., 2016).

Esse período de transformações que sucedeu a primeira revolução industrial ficou conhecido também como revolução tecnológica, caracterizada por ferrovias mais robustas e produção em larga escala de ferro e aço. As ferrovias aliadas à nova capacidade das máquinas foram fundamentais neste processo de desenvolvimento, uma vez que possibilitou a movimentação de grandes quantidades de mercadorias entre várias localidades, influenciando o desenvolvimento das linhas de produção e produção em larga escala (SABO, 2015), com destaque para o sistema *fordista*<sup>6</sup>.

Conforme aponta Sabo (2015, p. 03), “o resultado das mudanças foi um rápido desenvolvimento industrial e um maior crescimento do padrão de vida”, o que dividiu a estrutura social em três classes: a classe trabalhadora (que posteriormente vem a se

---

<sup>5</sup> *Taylorismo* vem de Frederick Winslow Taylor (1856-1915), um operário aprendiz de uma fábrica metalúrgica considerado o “pai” da administração científica. Ele ficou conhecido por desenvolver estudos que objetivaram a divisão “técnica” do trabalho humano nos processos produtivos, por meio do estudo dos tempos e movimentos, no fim do século XIX e início do século XX. O intuito era subdividir as atividades em tarefas extremamente simples, aumentando a produtividade ao utilizar a capacidade de produção “real” do trabalhador, economia tempo e especialização extrema das funções. Suas principais obras são: *Princípios de Administração científica* (primeira publicação em 1911/EUA) e *Shop management* (publicação de artigo e livro nos respectivos anos 1903 e 1910) (PINTO, 2013).

<sup>6</sup> *Fordismo* faz referência à Henry Ford (1862-1947), proprietário da maior fabricante mundial de automotores da sua época, a Ford Motor Company (cidade de Detroit/1913). Ao contrário dos industriais do setor automobilístico, seu intuito era a fabricação em massa de carros, padronizando os produtos e fabricando-os em larga escala por meio das linhas de montagem em série, tendo como base conceitual para essas práticas os princípios tayloristas. Em alusão a essas práticas a sua seguinte frase ficou historicamente conhecida: “Você pode escolher a cor do carro que quiser, desde que ele seja preto.” (PINTO, 2013).

transformar na classe média de funcionários), funcionários e os empresários (HEINDL et al., 2016).

Com os avanços tecnológicos posteriores, o cenário industrial deu espaço para uma nova transformação por volta da década de 1970: a **Terceira Revolução Industrial**. A tecnologia digital foi o fator primordial para essa mudança, também chamada de revolução digital (SABO, 2015). Neste período, teve início também a Era da Informação.

A terceira revolução industrial “empregou a eletrônica e a tecnologia da informação (TI) para alcançar uma maior automação dos processos de fabricação, já que as máquinas assumiram não apenas uma proporção substancial do ‘trabalho manual’, mas também parte do ‘trabalho intelectual’” (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p. 13-14). Neste cenário, o uso cada vez maior das tecnologias da informação e comunicação (TIC) e as tecnologias de automação, permitiram a substituição de trabalhos manuais e repetitivos por máquinas programadas (HEINDL et al., 2016).

Dessa forma, a tecnologia da informação e comunicação possibilitou o gerenciamento eficiente dos processos produtivos e a complexidade dessas operações, uma vez que o seu uso foi implementado em cerca de 90% das atividades produtivas (SABO, 2015). Além disso, “o número de pessoas da classe média e empresária cresce, enquanto os trabalhadores industriais tradicionais tendem a ser cada vez mais substituídos por tecnologias de automação”, aumentando a exigência por mão de obra mais qualificada (HEINDL et al., 2016, p. 07). Foi neste período que os computadores e internet começaram a ser introduzidos nas fábricas (1960-1990) (SCHWAB, 2016). Isso permite inferir que as TICs tiveram “um papel de liderança agora e no futuro da manufatura” (SABO, 2015, p. 03), abrindo espaço para reflexões acerca da quarta revolução industrial.

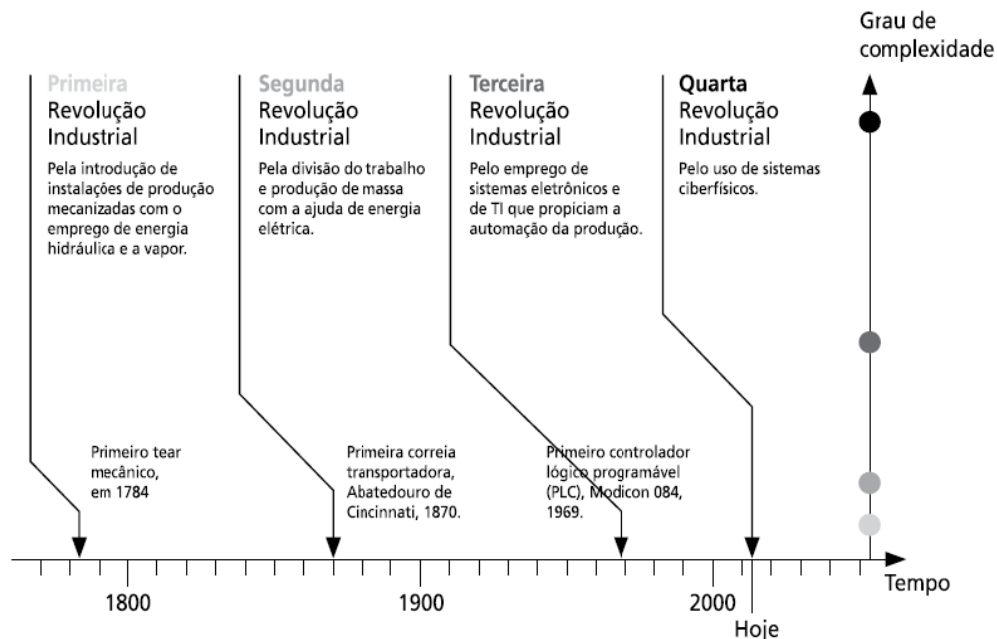
Atualmente, a indústria mundial está passando por uma nova revolução, a chamada Indústria 4.0, ou **Quarta Revolução Industrial**. Este novo panorama de transformações tem seus pilares na revolução digital e é marcada por “uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina)” (SCHWAB, 2016, p. 16). Isso significa que, num futuro não muito distante, o ambiente de fabricação operará de forma altamente conectada através da Internet das Coisas e Serviços (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

As fábricas inteligentes, como assim são chamadas no cenário da quarta revolução industrial considerando a sinergia das tecnologias 4.0, serão caracterizadas cada vez mais pela auto-organização descentralizada. Isso significa que, durante as etapas de fabricação o

produto terá a capacidade de comunicar-se autonomamente com as máquinas e outros recursos produtivos, atuando no controle da autoprodução de forma ativa e sem intervenção humana direta, rompendo a centralidade do controle das operações industriais clássicas (HEINDL et al., 2016). Segundo Bruno (2016, p. 63), “o termo indústria, nos próximos anos, estará cada vez mais associado à complexidade de sistemas ciberfísicos, autônomos, integrados e robotizados”.

A Figura 1 sintetiza a evolução industrial ao longo do tempo, apresentando os principais fatores característicos que demarcam a transição de cada período.

**Figura 1** – Panorama das Revoluções Industriais (Da Indústria 1.0 a Indústria 4.0)



Fonte: Bruno, 2016.

A figura 1 acima apresenta a evolução da complexidade industrial, considerando a substituição gradativa da força muscular pelas tecnologias cada vez mais desenvolvidas, resultando em maior produtividade. “Note-se que além da substituição do trabalho manual por sistemas exponencialmente mais produtivos, também deve-se considerar a substituição do trabalho intelectual por sistemas da mesma forma mais produtivos no ambiente de produção” (BRUNO, 2016, p. 50). Observa-se, portanto, as principais tecnologias e capacidades que delimitaram cada uma das revoluções, enquanto ponto de ruptura.

O que torna a quarta revolução diferente das anteriores é a fusão de todas as tecnologias físicas, digitais e biológicas de forma ampla e rápida. Isto é, a revolução vai além da concepção de indústrias inteligentes e conectadas, e o tempo de propagação é cada vez menor (SCHWAB, 2016).

Nas indústrias da quarta revolução industrial, as cadeias produtivas estão inteiramente conectadas. Há uma convergência de tecnologias digitais que tornam os processos mais adaptáveis às necessidades da produção, aumento da eficiência na utilização dos recursos e a customização dos produtos conforme a necessidade de cada cliente. Garante, neste sentido, maior flexibilidade na fabricação, melhor qualidade e produtividade, bem como a customização em massa. A “manufatura avançada”, como essa revolução é chamada no Brasil, cria cenários que vão além da utilização de tecnologia para produzir ou se comunicar, há uma mudança de paradigma quanto a velocidade, amplitude e intensidade das relações empresariais e a sociedade (SCHWAB, 2016; DAVIES, 2015). Entretanto, “[...] para capturar esses benefícios, as empresas precisarão investir em equipamentos, tecnologias da informação e comunicação (TICs) e análise de dados bem como a integração de fluxos de dados em toda a cadeia de valor global” (DAVIES, 2015, p. 01),

## 2.2 INDÚSTRIA 4.0: TECNOLOGIAS DIGITAIS E FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Como visto na seção anterior, a indústria tradicional está passando por uma acelerada transformação digital numa dimensão em que afeta toda a cadeia de manufatura global. Robôs inteligentes, drones autônomos, impressão tridimensional (3D) e sensores são exemplos das tecnologias em crescimento exponencial responsáveis pela condução dessas mudanças (DELOITTE, 2015).

Dessa forma, essa seção aprofunda os conhecimentos com relação a Indústria 4.0, apresentando seus aspectos históricos e conceitos, características principais, bem como as tecnologias digitais mais representativas, considerações sobre a indústria brasileira e o impacto que essa quarta revolução traz para o cenário de ensino e da formação profissional.

### 2.2.1 Breve histórico

Apesar das tecnologias digitais não serem algo novo, elas estão ocasionando rupturas com relação àquelas que caracterizaram a terceira revolução industrial, visto que a sofisticação e integração das mesmas estão provocando modificações no âmbito político, econômico, social, acadêmico e mercadológico (SCHWAB, 2016). Deloitte (2015) corrobora com a ideia que, de fato, a grande maioria dessas tecnologias não são recentes, sendo datadas de cerca de 30 anos atrás. Entretanto, “o recente aumento maciço no poder de computação e a redução no custo, junto com a miniaturização, agora as torna adequadas para o uso industrial”

(DELOITTE, 2015, p. 05). Essa velocidade com que as transformações acontecem dirigidas pela tecnologia da informação reflete a “lei de Moore”<sup>7</sup>. Isso demonstra que, quando se fala em tecnologias da informação, as técnicas evoluem celeremente.

Neste sentido, as empresas precisam moldar os seus processos industriais e operacionais numa velocidade proporcional aos avanços tecnológicos para não ficarem às margens do mercado cada vez mais competitivo e que progride em direção a Indústria 4.0 (DELOITTE, 2015).

O termo “indústria 4.0” foi usado pela primeira vez em 2011 na Feira de Hannover/Alemanha, maior feira de tecnologia industrial do mundo, fazendo referência a um projeto de alta tecnologia para a informatização da manufatura de iniciativa do governo alemão. A expressão Indústria 4.0, do alemão *Industrie 4.0*, denota o uso de tecnologias avançadas de automação, Internet das Coisas e computação na nuvem que permitem a interconexão de sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperando de maneira flexível e global (SCHWAB, 2016).

Segundo a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro – FIRJAN (2016), os precedentes históricos dessa iniciativa estiveram relacionados com a ascensão dos Tigres Asiáticos<sup>8</sup>, iniciada por volta da década de 1970, que resultou no aumento da participação dos países que formam esse bloco no valor agregado da indústria global.

Com o modelo denominado IOE – Industrialização Orientada para Exportação – para bens duráveis e, principalmente produtos eletrônicos, a indústria de manufatura dos países desenvolvidos moveu-se para o Oriente. A migração da produção desses países para outras partes do mundo, principalmente com a introdução da China à produção mundial, iniciou o processo de desindustrialização desses países, enquanto o setor de serviços deslanchava (FIRJAN, 2016, p. 04).

Neste contexto, para que a Alemanha pudesse recuperar uma melhor posição participativa no valor agregado industrial global, o governo alemão apoiado no projeto *High Tech Strategy*<sup>9</sup>, em 2006, reuniu especialistas e outros profissionais de inovação e tecnologia para criar táticas com o intuito de introduzir novas tecnologias na manufatura nacional. Posteriormente, com base nesse projeto foi criado, em 2010, o plano de ação *High Tech Strategy 2020 – Action Plan*, o qual colocava a Alemanha no patamar de principal

<sup>7</sup> A Lei de Moore foi criada em 1965 por Gordon Earle Moore, PhD em química e física pelo Instituto de Tecnologia da Califórnia. Nos seus estudos ele certificou que a capacidade de processamento de computadores e dispositivos de informática dobra a cada 18 meses, ao passo que os custos se mantem estáveis.

<sup>8</sup> Grupo econômico formado por países da Ásia – Taiwan, Cingapura, Coreia do Sul e Hong Kong –, os quais tiveram expressivo desenvolvimento industrial, econômico e social a partir da década de 1970. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/tigres-asiaticos/>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

<sup>9</sup> Estratégia de alta tecnologia alemã (2006). Disponível em: <<https://goo.gl/8Kymng>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

fornecedora de soluções em ciência e tecnologia, tendo como um dos pilares, do plano de ação, a Indústria 4.0 (FIRJAN, 2016).

Em 2012, o Grupo de Trabalho, estabelecido pela Academia Nacional Alemã de Ciência e Engenharia (acatech), responsável pelas estratégias da Indústria 4.0, apresentou ao governo alemão um documento contendo recomendações para a implementação da Indústria 4.0. Entretanto, apenas na edição de 2013 da Feira de Hannover, o relatório final do grupo foi apresentado, contendo as pesquisas e demais informações fundamentais para a implementação do plano. Dessa forma, a partir dessas ações, a concepção de uma quarta revolução industrial começou a eclodir, abrindo espaço para a disseminação de uma nova perspectiva de desenvolvimento tecnológico e industrial (SCHWAB, 2016). Pontua-se que, “apesar da origem alemã, o conceito se expandiu para outros países do mundo sob diversas iniciativas de governos como uma tendência tecnológica mundial”<sup>10</sup> (FIRJAN, 2016, p. 06).

Salienta-se ainda que, “ao contrário das outras revoluções industriais, que foram observadas e diagnosticadas a posteriori, essa é a primeira vez que os acontecimentos estão sendo previstos como tendências” (FIRJAN, 2016, p. 09). Por isso, muitas das tecnologias aqui abordadas, bem como outros fatores condicionantes da manufatura avançada ainda não ocorreram em sua totalidade, o que significa que os seus impactos foram em grande parte estimados.

### **2.2.2 Conceitos e características principais**

No contexto dessa nova revolução tecnológica, o processo de fabricação passará de simples células automatizadas para componentes inteiramente integrados cujas instalações automatizadas terão a capacidade de se comunicar entre si, aumentando a produtividade, de modo rápido, flexível e com um maior nível de qualidade (RUBMANN et al., 2015).

Um conceito muito difundido acerca da temática é o de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013, p. 05):

No futuro, as empresas estabelecerão redes globais que incorporam suas máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção na forma dos Sistemas Ciber-Físicos (CPS). No ambiente de fabricação, estes Sistemas Ciber-Físicos compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento, instalações de produção capazes de trocar informações autonomamente, desencadeando ações e

---

<sup>10</sup> No Brasil, o governo criou a *Agenda brasileira para a Indústria 4.0* com o intuito de criar estratégias para preparar o Brasil para o futuro. No site é possível encontrar informações acerca dos desafios, impactos, governança e afins, influenciados pelo cenário da quarta revolução industrial. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

controlando um ao outro independentemente. Isso facilita as melhorias nos processos industriais envolvido na fabricação, engenharia, uso de material e cadeia de suprimentos e gerenciamento do ciclo de vida. As fábricas inteligentes que já estão começando a aparecer empregam uma abordagem completamente nova para a produção. Os produtos inteligentes são exclusivamente identificáveis, podem ser localizados em todos os momentos e conhecem sua própria história, status e rotas alternativas para alcançar seu estágio final.

Ou seja, o ambiente industrial no contexto da manufatura avançada é composto por um conjunto de componentes e máquinas físicas ligadas à dimensão virtual por meio de conexões através da Internet das Coisas e dos Serviços, permitindo uma interação mais dinâmica e independente entre homem e máquina. O que “[...] significa que, pela primeira vez, agora é possível usar recursos de rede, informações, objetos e pessoas para criar a Internet das Coisas e Serviços” (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p. 13).

Neste cenário, quaisquer que sejam os recursos de trabalho – peças, máquinas, sistemas de controle – serão providos de inteligência artificial através do uso de memórias eletrônicas, o que permite que cada um dos mecanismos transportem consigo as informações referentes às etapas produtivas necessárias a fabricação, ativando, de maneira autônoma e descentralizada, os estágios de processamento até a produção final, como afirma o *Ministry for Economic Affairs and Energy – BMWi*, (2016)<sup>11</sup>. As máquinas inteligentes ficam responsáveis pela coordenação e condução do produto por meio das etapas produtivas, identificando os insumos necessários para completar a etapa em questão, decidindo e controlando todo o processo produtivo (BMW, 2016).

Os sistemas ciberfísicos atrelados a Internet das Coisas,

[...] criam uma rede inteligente de máquinas, propriedades, sistemas de TIC, produtos inteligentes e indivíduos em toda a cadeia de valor e o ciclo de vida completo do produto. Sensores e elementos de controle permitem que as máquinas sejam ligadas a plantas, frotas, redes e seres humanos (DELOITTE, 2015, p. 04).

Esses sistemas são compostos por uma unidade de controle cuja função é permitir a interação entre o mundo físico e virtual por meio dos sensores e atuadores, tecnologias de identificação como o uso de *Radio-Frequency IDentification – RFID* (identificação por radiofrequência) e o uso de estruturas de armazenamento e controle de dados (FIRJAN, 2016).

De modo a corroborar com essa concepção afirma-se que:

---

<sup>11</sup> Ministério Federal para Assuntos Econômicos e Energia da Alemanha. Em relatório intitulado *Autonomics for Industry 4.0* publicado como parte do trabalho de relações públicas. Disponível em: <<https://bit.ly/2uP5yG8>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

[...] a incorporação da Robótica Avançada, dos Sistemas de Conexão Máquina-Máquina, da Internet das Coisas e dos Sensores e Atuadores utilizados nos equipamentos possibilita que máquinas “conversem” ao longo das operações industriais. Essa incorporação permite também a conexão entre as diversas etapas da cadeia de valor (do desenvolvimento de novos produtos, projetos, produção até o pós-venda) (CNI, 2018c, p. 16).

A quarta revolução industrial é de uma amplitude que ultrapassa os limites de fábricas contendo máquinas inteligentes e conectadas. “Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica” (SCHWAB, 2016, p. 16), difundindo suas tecnologias e trazendo rebatimentos por diversos âmbitos da sociedade como a educação, no âmbito da formação profissional, tratada neste trabalho.

A revolução é configurada a partir da integração das tecnologias na produção e na gestão. De modo a sintetizar:

A Indústria 4.0 resulta da incorporação, em larga escala, de tecnologias digitais à produção industrial. Ela vem transformando a forma como se produz, com novos processos, produtos e modelos de negócios impensáveis há poucos anos e promete tornar os modelos convencionais de produção gradualmente ineficientes (CNI, 2018c, p. 11).

Com efeito, “o resultado da quarta revolução industrial será a chamada fábrica inteligente. Os sistemas físicos cibernéticos e a Internet das coisas serão tecnologias-chave para alcançar esse objetivo” (SABO, 2015, p. 05).

Deloitte (2015) definiu quatro características principais que qualificam a Indústria 4.0 e demonstram a potencial capacidade de mudança que as indústrias e empresas de fabricação possuem. Essas características estão descritas da seguinte forma:

- a) **Rede vertical de sistemas inteligentes de produção:** o uso de sistemas de produção CPS, ampla integração dos dados da empresa e da planta industrial caracteriza a produção verticalizada. Esses sistemas inteligentes permitem que os processos produtivos reajam rapidamente diante das demandas, baixos níveis de estoque ou até mesmo falhas operacionais. Isso se deve ao fato de todos os produtos e recursos estarem em rede, na qual materiais, peças e outros elementos podem ser localizados a qualquer momento e em qualquer lugar, devido a tecnologia de sensores inteligentes que possibilita a interação entre os ambientes físicos e virtuais, bem como o monitoramento, organização autônoma e controle total da produção. Esses processos permitem ainda a supervisão de possíveis alterações na qualidade

dos produtos ou desgaste das máquinas. Todas as etapas de processamento da produção são registradas continuamente;

- b) **Integração horizontal através de uma nova geração de redes globais de cadeias de valor:** as redes globais integradas horizontalmente são otimizadas em tempo real e possibilitam maior transparência nos processos, bem como flexibilidade e rapidez nas respostas às falhas de cadeias de processos inteiros. Da mesma forma que os sistemas de produção em rede vertical, elas, sejam locais ou globais, viabilizam redes por meio de CPS que vão desde logística de entrada por meio de armazenagem, produção, marketing e vendas até a logística de saída e a jusante. Como o histórico de qualquer peça e produto, ou “memória do produto”, é registrado, a rastreabilidade do produto também é otimizada;
- c) **Através da engenharia em toda a cadeia de valor:** refere-se à engenharia cruzada interdisciplinar em toda a cadeia de valor e ciclo de vida dos produtos e clientes. Isso significa que o desenvolvimento de novos produtos e serviços requer novos ou modificados sistemas de produção. Então, a fabricação de novos produtos e os sistemas produtivos são integrados durante todo o ciclo de vida de cada produto e cliente, provocando uma sinergia entre desenvolvimento de produtos e sistemas de produção. Isto é, como os dados e informações estão disponíveis em cada estágio produtivo, as empresas têm a capacidade de realizar adaptações nos produtos em tempo real (com a interferência dos clientes), simulando e modelando protótipos e estágios produtivos;
- d) **Aceleração através de tecnologias exponenciais:** o impacto das tecnologias exponenciais atuando como aceleradoras ou catalisadoras permitirão o desenvolvimento de soluções customizadas, bem como flexibilidade e redução de custos nos processos industriais. Neste sentido, dar-se atenção a tecnologias que promovam soluções relacionadas a gestão, controle e eficiência dos processos produtivos, como a Inteligência Artificial, robótica avançada, Internet das Coisas e tecnologias de sensores.

Como é possível observar, por meio das características elencadas anteriormente, a concepção do que concerne à Indústria 4.0 parte da compreensão de que toda a fábrica, desde departamentos às operações e aos atores externos, estará interconectada e sustentada por sistemas tecnologicamente avançados. Permitindo, portanto, o armazenamento e manipulação de dados e troca de informações em tempo real, otimização dos recursos por meio das

decisões autônomas e descentralizadas, bem como o aumento da eficiência produtiva possibilitada pela precisão em que as tarefas de um estágio de fabricação é realizado.

Hermann, Pentek e Otto (2015) enumeram quatro componentes básicos<sup>12</sup> mais representativos da Indústria 4.0, a saber: Sistemas Ciberfísicos (CPS); Internet das Coisas (IoT); Fábrica Inteligente (*Smart Factory*); e Internet de Serviços (IoS). Diante disso, determinaram seis princípios importantes que devem ser considerados dentro da configuração espacial da Indústria 4.0, derivados de cada um dos componentes básicos apontados, como pode ser visto no Quadro 1:

**Quadro 1** – Princípios da Indústria 4.0

PRINCÍPIOS	DESCRIÇÃO	COMPONENTE ASSOCIADO			
		CPS	IoT	IoS	<i>Smart Factory</i>
Interoperabilidade	Significa que todos os CPS de um ambiente devem ser capazes de se comunicar entre si de maneira transparente. A conexão entre empresas, CPS, estações de montagem e seres humanos é possível através da IoT e da IoS.	X	X	X	X
Virtualização	Os sistemas devem ser capazes de monitorar processos físicos virtualmente. Os sensores captam os sinais físicos e convertem em sinais virtuais, simulando nos ambientes virtuais os padrões do mundo real.	X	-	-	X
Descentralização	Os sistemas devem ser capazes de, através da conexão entre computadores, máquinas ao longo da cadeia produtiva e CPS, tomarem decisões descentralizadas durante as etapas da produção.	X	-	-	X
Capacidade em tempo real	A produção deve ser capaz de operar com informações em tempo real. Isso significa que é necessário que todos os processos produtivos sejam rastreados, registrados e analisados em tempo real, permitindo a otimização da produção e a rápida reação em caso de falhas.	-	-	-	X
Orientação para o serviço	Informações como serviços das empresas, CPS e seres humanos devem estar disponíveis em rede por meio da IoS, podendo ser compartilhado com clientes interno e externamente e outros <i>stakeholders</i> . Assim, os processos produtivos serão mais flexíveis e adaptáveis de acordo, por exemplo, com os requisitos dos clientes.	-	-	X	-
Modularidade	Os sistemas devem ser capazes de adaptarem de maneira flexível os centros produtivos às mudanças que surgirem por meio dos da substituição ou expansão dos módulos de produção.	-	-	X	-

**Fonte:** Hermann, Pentek e Otto (2015).

<sup>12</sup> Hermann, Pentek e Otto (2015) analisaram 51 publicações relacionadas a Indústria 4.0 para identificar os seus componentes básicos de acordo com o número de vezes que cada termo apareceu: CPS (46), IoT (36), Fábrica Inteligente (24), IoS (19), Produto Inteligente (10), Comunicação máquina a máquina – M2M (8), *Big Data* (7) e Nuvem (5).

Esses princípios representam como as estruturas funcionais das fábricas da quarta revolução industrial devem ser formatadas e operacionalizadas, de modo a atender aos requisitos e funcionalidades das tecnologias digitais.

### 2.2.3 Tecnologias digitais da Indústria 4.0

É muito comum utilizar a terminologia **tecnologias digitais** para se referir ao agrupamento da informática e telecomunicações, através de ferramentas computacionais e veículos comunicativos, como televisão, vídeo, rádio e Internet, que propiciem a difusão de novas informações. Ou seja, as Tecnologias da Informação e Comunicações. No entanto, por utilizar elementos digitais em contraste ao analógicos, as tecnologias digitais adequam-se mais na terminologia Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), pois através dessa é possível processar qualquer tipo de dado e informação (GEWEHR, 2016).

Para melhor compreender as distinções entre TICs e TDICs, é possível fazer uma comparação entre as diferentes lousas disponíveis atualmente: a lousa analógica e a digital. Um quadro negro (lousa analógica) é uma tecnologia, é uma TIC, já a lousa digital é uma TDIC, pois através da tecnologia digital permite a navegação na Internet, além do acesso a um banco de dados repletos de softwares educacionais (FONTANA; CORDENONSI, 2015 apud GEWEHR, 2016, p. 25)

Para tanto, neste estudo, as terminologias são tratadas como sinônimas, respeitando a utilização original de cada autor.

Diversas organizações e centros de pesquisas tem classificado as principais tecnologias digitais mais representativas da Indústria 4.0. Assim, a presente monografia norteia-se pelas tecnologias digitais abordadas por Schwab (2016), Rubmann et al. (2015) e Bruno (2016).

Neste ponto, é necessário considerar que no contexto da quarta revolução industrial, as tecnologias impulsionadoras elencadas por Schwab (2016) bem como as tecnologias apresentadas por outros autores no decorrer deste trabalho partem do desenvolvimento da capacidade digital. Portanto, o olhar para o que concerne **tecnologia**, durante a categorização e análise do estudo, será na direção do aperfeiçoamento das técnicas digitais.

Schwab (2016) fez uma seleção das principais tecnologias impulsionadoras da quarta revolução industrial de acordo com pesquisas realizadas pelo Fórum Econômico Mundial<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Do inglês *World Economic Forum*, o Fórum Econômico Mundial, fundado por Klaus Schwab, consiste numa fundação independente e imparcial, sem fins lucrativos, fundado em 1971 com sede em Genebra, Suíça. “O fórum envolve os principais líderes políticos, empresariais e outros da sociedade para moldar as agendas globais,

Todas as inovações propostas por essa análise são estimuladas pela digitalização e tecnologia da informação, o que ele considerou como megatendências, categorizadas em: **física, digital e biológica**. São categorias inter-relacionadas em que a contribuição de cada uma delas implica para as outras um progresso inovador.

A categoria física caracteriza-se pela sua tangibilidade e envolve tecnologias como: **veículos autônomos**, os quais terão maior autonomia e capacidade de executar diversas tarefas de maneira remota. Possivelmente, os *drones*, caminhões, aviões e barcos terão a capacidade de identificar obstáculos no ambiente e alterar as rotas de voo e navegação para evitar colisões por exemplo; **impressão em 3D**, que provém do processo denominado manufatura aditiva, em que a partir de um desenho digital em 3D é possível criar um objeto tangível e facilmente personalizado através da impressão de camadas que formam o objeto. A tendência é que esse processo seja aplicado para a fabricação de componentes eletrônicos integrados, turbinas eólicas e implantes médico por exemplo; **robótica avançada**, visto que a robótica passará a ser utilizada em outros setores como a agricultura ou enfermagem, deixando de ser uma ferramenta específica das indústrias automotivas. Os robôs dessa revolução terão a capacidade de analisar o ambiente e melhorar o desempenho das suas atividades por meio do uso de sensores e o acesso remoto a informações na nuvem, criando um ambiente mais colaborativo entre homem e máquina; e **novos materiais**, os quais serão mais leves, adaptáveis, recicláveis e fortes, tendo outras características como a autorreparação e autolimpeza. A citar como exemplo, as inovações em plásticos termofixos cuja capacidade é de tornar reutilizável um material que era considerado impossível de ser reciclado (SCHWAB, 2016).

A categoria digital traz como características mais marcantes os meios tecnológicos pelos quais as aplicações físicas e digitais são conectadas, utilizando sistemas computacionais e sinais digitais: a **Internet das Coisas** (do inglês *Internet of Things* – IoT) que “pode ser descrita como a relação entre as coisas (produtos, serviços, lugares etc.) e as pessoas que se torna possível por meio de diversas plataformas e tecnologias conectadas” (SCHWAB, 2016, p. 26). O exemplo mais claro são os computadores, *smartphones* e *tablets*, que embora sejam produtos já conhecidos, as suas funções e utilidades têm sido muito diversificadas.

Nas fábricas, por exemplo, “qualquer pacote, palete ou contêiner agora pode receber um sensor, transmissor ou identificação RFID, permitindo que as empresas rastreiem onde

---

regionais e industriais.”. É bastante conhecido por suas reuniões anuais em Davos/Suíça onde discute questões mais urgentes de abrangência mundial. Site institucional: <<https://www.weforum.org/>>. Pesquisa disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2018.

estão e como são movimentados seus objetos em toda a cadeia de fornecimento – qual seu desempenho, como está sendo usado etc.” (SCHWAB, 2016, p. 27).

Já no campo da biologia, em especial a genética, os progressos serão ainda maiores. A capacidade de manipulação da biologia sintética, através da criação e/ou modificação de organismos por meio da manipulação de DNA causará impactos principalmente na medicina, agricultura e na produção de biocombustíveis. Por exemplo na medicina, a capacidade de personalização e eficácia dos tratamentos serão possíveis por meio do uso de máquinas que poderão diagnosticar problemas de saúde mais específicos com maior precisão e em menor escala de tempo, sendo possível graças aos avanços da capacidade de processamento (SCHWAB, 2016).

Além disso, as tecnologias oriundas da quarta revolução industrial influenciam diretamente na engenharia genética culminando na capacidade de interferência e modificação de seres vivos com o intuito de adaptá-los às condições adversas, bem como na possibilidade de recriar órgãos (xenotransplantes). Essas questões diferem muito, por exemplo, da engenharia genética da década de 1980, sendo, hoje, mais eficiente e precisa. Entretanto, Schwab (2016, p. 30) reflete que “na verdade, a ciência avança tão rápido que, no momento, as limitações são mais jurídicas, regulamentares e éticas que técnicas”.

Pontua-se, entretanto, que o desenvolvimento, a difusão e a implementação dessas tecnologias – físicas, digitais e biológicas – são um grande desafio para toda a sociedade, visto que “para fomentar as pesquisas pioneiras de base e as adaptações técnicas inovadoras nas universidades e nas empresas, os governos devem alocar financiamentos mais agressivos em programas de pesquisas ambiciosas” (SCHWAB, 2016, p. 32).

De acordo com Rubmann et al. (2015), publicado no relatório da *Boston Consulting Group* – BCG, a Indústria 4.0 é baseada fundamentalmente em nove pilares tecnológicos digitais que determinam a nova estruturação produtiva das fábricas. Os autores definiram e exemplificaram esses pilares tecnológicos conforme pode ser visto no Quadro 2.

**Quadro 2** – Pilares tecnológicos da Indústria 4.0

PILARES TECNOLÓGICOS	DESCRIÇÃO	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
<i>Big Data e Analytics</i>	Os sistemas computacionais adquirem maior capacidade para processar grandes conjuntos de dados numa escala de tempo cada vez menor. Isso implica num cenário em que a coleta e avaliação de dados das mais distintas origens, tais como sistemas de produção, gestão empresarial e de	A Infineon Technologies diminuiu a falha de produtos, melhorou o processo de produção e conferiu maior qualidade às operações ao relacionar e analisar dados em tempo real. Os dados obtidos durante a fase de testes no final da etapa produtiva foram comparados com os

	<p>clientes, serão o caminho mais contundente para subsidiar as tomadas de decisão em tempo real. Essa tecnologia possibilita a otimização da qualidade produtiva, economiza energia e melhora os serviços de assistência.</p>	<p>dados capturados durante o início da operação, possibilitando, dessa forma, identificar padrões que permitem o descarte dos chips defeituosos no início do processo de fabricação.</p>
Robôs Autônomos	<p>O uso de robôs nas operações e processamento na indústria não é algo recente. Entretanto, os avanços propõem-lhes maiores utilidades, tornando-os mais cooperativos, flexíveis e autônomos. Nas indústrias da quarta revolução, eles terão a capacidade de interagir entre eles e com os humanos de maneira segura. O avanço e difusão das novas tecnologias irão baratear esses recursos tornando-os insumos produtivos padrão de toda fábrica.</p>	<p>A Kuka Industrial Robots fabrica robôs autônomos e interligados que interagem entre si, trabalhando juntos e com a capacidade de ajustar suas atividades automaticamente para se preparar para o próximo estágio da linha de produção. Isso é possível por meio de sensores de ponta, visão computacional e unidades de controle que possibilitam o reconhecimento de peças. Além de trabalhar de forma colaborativa com os humanos.</p>
Simulação	<p>O que se espera é que as simulações em 3D sejam utilizadas nas operações industriais, de tal modo que permita captar dados em tempo real para simular os processos, máquinas e produtos físicos no campo virtual. Assim, será possível testar e otimizar as configurações dos equipamentos para o produto seguinte de maneira virtual, antes de iniciar o processo físico, conferindo, maior qualidade ao reduzir os tempos de configurações de máquinas.</p>	<p>A Siemens criou uma máquina virtual com capacidade de simular a usinagem de peças por meio do uso de dados da máquina física, apoiado por sensores que fazem essa captação. Isso permite a redução do tempo de preparação para a operação real de usinagem em 80%.</p>
Integração Horizontal e Vertical do Sistema	<p>Atualmente, a maioria dos sistemas de TI, que envolve empresas, fornecedores e clientes, ainda não são totalmente integradas (horizontal). Bem como os departamentos de produção, engenharia, serviços e etc. (vertical). As tecnologias da indústria 4.0 permitem que empresas, departamentos, funções e as capacidades envolvidas sejam completamente integradas e coesas, atuando como empresas universais. Criando, dessa forma, redes de integração de dados que contribuem para a formação de cadeias de valor altamente unificadas e automatizadas.</p>	<p>A Dassault Systèmes e a BoostAeroSpace criaram uma plataforma digital, chamada AirDesign, para a indústria aeroespacial europeia e de defesa. Ela é disponível na forma de serviço numa nuvem privada, usada como um espaço colaborativo de trabalho para a fabricação e <i>design</i>, gerenciando a troca de dados de produção e produtos entre diversos parceiros de forma integrada.</p>
A Internet Industrial das Coisas	<p>Com o uso da Internet Industrial das Coisas, uma maior quantidade de dispositivos (incluindo produtos inacabados) irá dispor de computação embutida contendo sensores com inteligência artificial, conectando-se por meio do uso de tecnologias padrão. Isso permite que os dispositivos se comuniquem e interajam entre si, tendo controladores mais centralizados e a análise e tomada de decisões descentralizadas, possibilitando a recuperação em tempo real.</p>	<p>A Bosch Rexroth adaptou uma unidade produtiva com um processo de produção descentralizado e semiautomatizado. Nela, as estações de trabalho “conhecem” quais as etapas produtivas que devem ser executadas para cada produto, podendo ser adaptadas, especificamente, de acordo com cada operação. Isso é possível, pois os produtos contêm códigos de identificação por RFID que são reconhecidos por cada estação.</p>

Cibersegurança	Com o aumento da conectividade e uso frequente dos protocolos padrão de comunicações, possibilitadas pelas TICs, surge a necessidade de maior proteção de sistemas e linhas de fabricação das ameaças de segurança cibernética que crescem consideravelmente. Neste sentido, torna-se importante a criação de estratégias para garantir comunicações seguras e confiáveis, a proteção de identidade e o gerenciamento de máquinas e usuários.	No decorrer do ano passado, diversos fornecedores de equipamentos industriais fizeram parcerias ou aquisições com empresas de cibersegurança com o intuito de implementar sistemas estratégicos que garantissem melhores níveis de segurança às operações.
A nuvem	No contexto da Indústria 4.0, a integração exige um maior compartilhamento de dados entre sistemas diversos que ultrapassam, inclusive, os limites da própria empresa. Isso se deve ao aumento considerável da capacidade e do desempenho das tecnologias de nuvem, melhorando a performance de processamento. Portanto, a tendência é que os serviços sejam orientados a dados, permitindo, cada vez mais, que as operações dos dados e funcionalidades sejam em nuvem, inclusive, os sistemas de controle e monitoramento de processos.	Diversas empresas começaram a fornecer soluções baseadas em nuvem. Os fornecedores de sistemas de execução de produção estão entre elas, desenvolvendo sistemas capazes de processar grande quantidade de dados das operações produtivas na nuvem.
Fabricação Aditiva	Esses procedimentos de produção aditiva poderão ser utilizados, por exemplo, para a fabricação de pequenos lotes de produtos customizados, garantindo benefícios de construção como <i>designs</i> complexos e leves. Além disso, esses sistemas descentralizados e de alto desempenho podem reduzir as distâncias de transporte, bem como o estoque disponível. Algumas empresas já usam a impressão 3D para criar protótipos e fabricar itens individuais.	As empresas aeroespaciais já fazem uso da manufatura aditiva para criar novos projetos que reduzem o peso das aeronaves. O resultado disso é a diminuição de despesas com insumos como o titânio. Além disso, a impressão 3D é utilizada, também, para prototipar modelos e componentes das aeronaves.
Realidade aumentada	Os sistemas baseados em realidade aumentada podem suportar vários serviços como a seleção de peças em um armazém ou até mesmo enviar instruções de reparos por meio de dispositivos móveis ou óculos de realidade aumentada. Entretanto, espera-se que para as empresas, futuramente, a sua aplicação seja ainda mais abrangente, fornecendo aos funcionários informações que melhorem as tomadas de decisões e otimizem os processos de trabalho.	A Siemens criou um módulo de treinamento de operador de planta virtual para o seu <i>software</i> Comos para que os funcionários da fábrica pudessem lidar com emergências. Esse sistema usa conexão 3D realista baseada em dados com óculos de realidade aumentada. Sendo possível aprender interagindo com as máquinas ciberrepresentativas, podendo mudar parâmetros e resgatar dados operacionais e instruções diversas.

Fonte: Rubmann et al. (2015).

Considerando o cenário industrial do Brasil, estudos mostram que, “apenas 2% da indústria brasileira está alinhada com a revolução 4.0, [...] há, porém, oportunidade e disposição para elevar o padrão da maioria num prazo razoável” (REVISTA EXAME, 2018, p. 12). A exemplo disso, é a modernização da empresa Embraer: com sede em São José dos

Campos, em São Paulo, utiliza *software* de realidade aumentada para desenvolver protótipos das aeronaves, possibilitando criar soluções para problemas que ainda nem existem, mas que podem ser identificados a partir do mundo virtual. A empresa testa a aerodinâmica dos modelos como se estivessem voando, simulando diversos cenários de modo a coletar dados como a resistência das aeronaves, consumo de combustível ou até mesmo ruídos dos motores. De posse desses dados, a mesma corrige possíveis problemas nos projetos de construção de novos modelos de aeronave (REVISTA EXAME, 2018).

Rubmann et al. (2015, p. 04) afirmam que alguns desses nove avanços tecnológicos já são realidade para algumas indústrias. No entanto, a tendência é que elas transformem a produção, agregando aos fluxos produtivos automatizados as células de fabricação normalmente isoladas. Com isso, há um aumento na eficiência e mudanças nas relações entre produtores, fornecedores e clientes, assim como entre homens e máquinas. Assim sendo, “para moldar ativamente a transformação, os produtores e fornecedores de sistemas devem tomar ações decisivas para abraçar os nove pilares do avanço tecnológico. Eles devem também abordar a necessidade de adaptar a infraestrutura e a **educação** adequadamente.” (RUBMANN et al., 2015, p. 14, grifos nossos).

Já Bruno (2016), conforme os fundamentos da Indústria 4.0, identificou as tecnologias ubíquas<sup>14</sup> por meio de atributos relacionados com a “capacidade de propagação e difusão em novos equipamentos, métodos e soluções técnicas na economia de produção” (BRUNO, 2016, p. 34), como podem ser vistas no Quadro 3.

Para Bruno (2016),

A orientação pelos princípios da Indústria 4.0, a partir da união de sistemas materiais e informacionais pelas TICs, sensores, atuadores e controladores e pelo desenvolvimento da Internet das Coisas, faz com que tudo o que é transacionado na rede, incluindo tudo o que é produzido, seja, em grande parte, *informação*, daí a importância dada, neste trabalho, a essa dimensão na identificação e seleção das tecnologias ubíquas (BRUNO, 2016, p. 83, grifos originais).

Para chegar a esse resultado, o autor supracitado analisou nove áreas de conhecimento tecnológico com base na indústria têxtil e de confecções. As tecnologias digitais identificadas e categorizadas como tecnologias ubíquas não necessariamente surgiram por conta da quarta revolução virtual, contudo a caracterizam.

---

<sup>14</sup> Segundo o dicionário Michaelis o termo ubíquo significa “Que está ou pode estar em toda parte ao mesmo tempo; onipresente”. No campo das TICs, para o cientista de informática norte americano Weiser (1991) a computação ubíqua refere-se à inserção da informática no cotidiano das pessoas de modo natural. Isto é, as pessoas interagem com dispositivos com sistemas inteligentes conectados a todo momento e, portanto, presente em todos os lugares, sem nem perceber que estão emitindo comandos continuamente a esses apetrechos.

Quadro 3 – Tecnologias Ubíquas da Indústria 4.0

TECNOLOGIA UBÍQUA	DESCRIÇÃO
Automação e robótica	A utilização de tecnologias de automação e robótica está se tornando cada vez mais comum nas indústrias, principalmente para atuar em locais nocivos à saúde humana. Essa utilização envolve desde simples operações de transporte ao uso de robôs com capacidade de autoajustamento em tempo real e sistemas de visão computacional.
Tecnologias de informação e de comunicação (TIC)	TICs consistem nos meios técnicos para a manipulação e tratamento de informações, por meio de dispositivos de <i>hardware</i> , <i>software</i> e rede de dados. No contexto da Indústria 4.0, as TICs permitirão uma reorganização dos fluxos de trabalho, em que os modelos de negócios e serviços utilizarão essas tecnologias para integrar a produção e suas etapas às atividades correlacionadas de outros setores para a agregação do valor percebido pelo cliente. Tendo como resultado um processo de manufatura avançada e ágil, desde o suprimento à distribuição física.
Sensores e atuadores	Os sensores consistem em conversores que captam sinais físicos e estímulos (luminosidade, movimentos, temperatura) e os convertem em sinais digitais que podem ser lidos por equipamentos eletrônicos. Já os atuadores são dispositivos que convertem energia em movimento, por meio de comandos mecânicos, elétricos ou manuais. Neste sentido, há uma integração de sensores e atuadores em rede que conectam produtos aos processos e também à internet, possibilitando a gestão autônoma de diversas atividades pelo sistema integrado.
Modelagem e simulação	Simuladores passam a ser uma tendência na integração entre o espaço físico e virtual. Trazendo para próximo do operador uma projeção realista do objeto digital ou das fases do processo produtivo. Essas aplicações têm um suporte cada vez maior das tecnologias de realidade aumentada. Além disso, é possível criar protótipos e modelos digitais com um nível cada vez mais alto de fidelidade com a realidade.
Computação em nuvem	A nuvem trata-se de um conjunto de máquinas virtuais e equipamentos de redes que com o apoio de softwares permite o processamento de dados online e o desenvolvimento de serviços de computação móvel para diversos dispositivos, de maneira segura e confiável. <i>Big data</i> , <i>e-commerce</i> , computação social e móvel são alguns exemplos de serviços em nuvem.
Internet móvel	O uso de <i>smartphones</i> e outros dispositivos móveis já é uma realidade. A tendência é que se tornem mais ubíquos, isto é, cada vez mais conectados em rede, com acesso à internet em qualquer lugar e a qualquer hora. No contexto da Indústria 4.0, há uma enorme ampliação das suas funcionalidades, permitindo o gerenciamento de suprimentos e da produção de bens e serviços. Empresas de <i>e-commerce</i> estão apostando no uso de aplicativos de realidade aumentada e o crescente consumo em redes sociais por meio da internet e dispositivos móveis.
Tecnologias sustentáveis	As orientações para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis estão baseadas em políticas de governança da cadeia de valor sustentável que visem a implementação de sistemas de mensuração e controle de impactos ambientais. Estão inclusas orientações quanto a redução do consumo de água e energia, minimização de dejetos e manipulação de substâncias nocivas, bem como a produção de tecnologias com energias limpas.
Biotecnologia	O contexto da Indústria 4.0 aumentará consideravelmente o desenvolvimento de produtos biotecnológicos em diversas áreas da tecnologia. Áreas como as ciências biológicas e a produção têxtil, por exemplo, serão contempladas com a possibilidade de criação e manipulação de materiais genéticos para tratamento de doenças e a criação de novos tecidos e roupas, respectivamente. Uma realidade é que polímeros naturais (quitina e quitosana) já foram utilizados em aplicações têxteis antimicrobianas visando a proteção de lesões.
Materiais	Materiais com capacidades óticas, magnéticas, eletrônicas e térmicas por exemplo, serão desenvolvidos com a capacidade de se comunicarem, por meio dos sensores, com as etapas produtivas de maneira inteligente e autônoma, otimizando e unificando as etapas produtivas.
<i>Big Data</i> , IoT, IoS,	A <i>Big Data</i> consiste numa tecnologia capaz de armazenar e processar um alto volume

3D e outras tecnologias	<p>de informações. Essa base de dados inclui desde interações <i>online</i> com diversos <i>stakeholders</i> a dados coletados por máquinas e robôs. Otimizando, dessa forma, os processos produtivos e os ciclos de produtos e promovendo melhorias quanto ao desempenho operacional.</p> <p>A IoT consiste numa rede de coisas, objetos e dispositivos autônomos e integrados que interagem e cooperam entre si para alcançar determinado objeto comum. Isso é possível graças ao uso de tecnologias acopladas, tais como sensores de RFID, atuadores e celulares. A IoS segue o mesmo padrão, porém o intuito é estabelecer a prestação de serviços diversos por meio de diversos canais.</p> <p>Com a evolução da Inteligência Artificial espera-se que a interface homem-máquina seja melhorada, abrindo espaço para uma maior autonomia das máquinas, as quais serão capazes de entender linguagens e sinais humanos para executar tarefas mais facilmente.</p> <p>Outra tendência relacionada às novas tecnologias é a manufatura aditiva. Nesta, por meio da impressão em 3D, é possível criar um produto utilizando camadas impressas de materiais.</p>
-------------------------	--

Fonte: Bruno, 2016.

Outro exemplo de modernização da indústria brasileira é o caso da Mercedes-Benz que implementou em março deste ano “uma nova linha de montagem baseada nas tecnologias mais avançadas. Com 500 milhões de reais de investimento, realizado de 2014 a 2018, as inovações em São Bernardo do Campo, no ABC paulista, fazem com que a produção de um caminhão seja 15% mais rápida do que na linha anterior” (REVISTA EXAME, 2018, p. 64). As principais mudanças incluem, entre outros aspectos: a comunicação autônoma entre robôs de modo a evitar acidentes; a presença de leitores digitais que identificam as peças que deverão seguir para seus respectivos caminhões; e a utilização de aparelhos digitais para o controle de processos e da qualidade.

Neste sentido, as tecnologias digitais foram categorizadas conforme os grupos de tecnologias elencados por Schwab (2016), Rubmann et al. (2015) e Bruno (2016) sob as denominações de megatendências, pilares tecnológicos e tecnologias ubíquas, respectivamente. Neste estudo, essas tecnologias consistem nos elementos objetivos a serem analisados no âmbito da formação profissional.

Vale ressaltar que essas novas tecnologias de forma isolada não determinam a indústria 4.0, no entanto constituem elementos, por meio da convergência das mesmas, para a implementação das *smart factorys*.

#### 2.2.4 Considerações sobre a Indústria 4.0 no Brasil

No Brasil, o cenário industrial encontra alguns desafios com a eminência da quarta revolução industrial. Isso porque, de acordo com o Mapa estratégico da indústria 2013-2022 da CNI (2013, p. 11), “a competitividade da indústria brasileira é sensível a [...]

transformações e a outras mudanças externas e internas”. Sendo a emergência e difusão de novas tecnologias tendências mundiais que impactam diretamente a atividade econômica e industrial com escoamento até 2022 (CNI, 2013).

Segundo a FIRJAN (2016, p. 16), “a indústria nacional ainda se encontra em grande parte na transição do que seria a Indústria 2.0 (caracterizada pela utilização de linhas de montagem e energia elétrica) para a Indústria 3.0 (que aplica automação através da eletrônica, robótica e programação)”. O que chama atenção para os impactos do novo cenário da manufatura avançada, como a Indústria 4.0 é chamada no Brasil. Neste caso, aponta-se a necessidade de a indústria brasileira acelerar o seu desenvolvimento, visto que:

Para o Brasil, que já estabeleceu a Indústria 2.0 e que também pôde desenvolver com bastante sucesso soluções da Indústria 3.0 em determinados setores (por exemplo, aeronáutica, agricultura) e regiões, surge a questão sobre como seria possível realizar uma transição completa da Indústria 2.0 para a 4.0 ou até mesmo um salto direto para a Indústria 4.0, e como isso pode ser realizado na cooperação com parceiros internacionais (HEINDL et al., 2016, p. 09)

Não obstante o cenário econômico-político em que o Brasil se encontra atualmente, permeia uma época de transição, posto que a base tecnológica disponível para indústria cria condições que permitem o desenvolvimento de um novo ciclo industrial, capaz de impulsionar avanços em grande escala para o setor por meio das tecnologias digitais (FIRJAN, 2016).

Dados apontados pela pesquisa Sondagem Espacial Indústria 4.0 realizada pela CNI (2016), a qual teve como amostra um total de 2.225 empresas, sendo 910 pequenas, 815 médias e 500 grandes, e que teve o intuito de analisar o uso das tecnologias digitais relacionada a Indústria 4.0 no setor industrial, apontam que 48% das indústrias brasileiras utilizam pelo menos uma das dez tecnologias digitais da quarta revolução industrial elencadas na pesquisa. O que significa que, embora as dificuldades encontradas para o avanço da indústria nacional, o Brasil tem acompanhado os avanços tecnológicos mundiais. No entanto, outros percentuais demonstram o supracitado atraso do setor industrial do país, o que tem prejudicado a sua competitividade a nível mundial: 43% das indústrias respondentes não tem conhecimento sobre quais tecnologias podem elevar a competitividade do setor; nas pequenas empresas esse percentual sobe para 57%, enquanto nas grandes o percentual é de 32%.

Com relação a aplicação dessas tecnologias, a pesquisa mostrou que as empresas as utilizam mais em processos para posteriormente aplicar no desenvolvimento de produtos e novos modelos de negócios que tornem a produção mais flexível, inovadora e atrativa para novos consumidores. 54% das empresas utilizam esses recursos visando a redução de custos,

enquanto 50% delas visam o aumento da competitividade. No que se refere ao setor, há uma variação de acordo com o grau de proximidade com as tecnologias. Então, os setores que mais aplicam tecnologias em seus processos são: Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos (61%) Máquinas, aparelhos e materiais elétricos (60%) e Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis (53%); os que menos utilizam incluem: Outros equipamentos de transporte (23%) Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos (25%) Farmoquímicos e farmacêuticos (27%).

Quanto aos desafios, de acordo com a resposta das empresas, são enfatizados o alto custo de implementação e falta de clareza quanto ao retorno sobre o investimento como fatores internos (66% e 26% respectivamente), enquanto que dentre as barreiras externas elencadas está a falta de qualificação do trabalhador e a insuficiência das estruturas de telecomunicações no país (30% e 26% respectivamente).

Diante disso, não se tem como definir com muita clareza quando a indústria brasileira alcançará o auge da utilização das tecnologias 4.0. Mas, “considerando que a indústria brasileira precisa competir globalmente e que se encontra atrás nessa corrida, é preciso saltar etapas” (AGENCIA BRASIL, 2016, n.p.)<sup>15</sup>. Corroborando com essa afirmação, pontua-se que:

O avanço de outros países rumo à Indústria 4.0 cria um duplo desafio para o Brasil. Além de buscar a incorporação e o desenvolvimento dessas tecnologias, é preciso fazê-lo com agilidade, a fim de evitar que aumente o *gap* de competitividade com nossos principais competidores (CNI, 2018c, p. 11).

Isto é, embora a indústria brasileira esteja ainda se familiarizando com a digitalização e com os impactos causados pelo cenário disruptivo, é necessário intensificar as ações para implementar as novas tecnologias, sendo que “o governo pode contribuir para o aumento da digitalização no Brasil se promover a infraestrutura digital, investindo e estimulando a capacitação profissional e também a criação de linhas de financiamentos específicas” (AGENCIA BRASIL, 2016, n.p.).

O estudo Sondagem Espacial Indústria 4.0 é finalizado expondo que:

Para 46% das empresas industriais, para acelerar a adoção de tecnologias digitais no país, o governo deve promover o desenvolvimento da infraestrutura digital (banda larga, sensores). A educação aparece em segundo lugar: para 42% das empresas **o investimento em novos modelos de educação e em programas de treinamento deve ser uma das três prioridades**. Essa opção é seguida pela necessidade de se

<sup>15</sup> Disponível em: < <http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2016-05/pesquisa-revela-perfil-da-industria-40-no-brasil>>. Acesso em: 07 mar. 2018

estabelecer linhas de financiamento específicas (37%) (CNI, 2016, p. 12, grifos nossos).

A FIRJAN (2016, p. 17, grifos nossos) corrobora ao afirmar que:

Com a chegada da Indústria 4.0 e sua implementação em indústrias brasileiras, o grande desafio para o país concentra-se em fatores como: obter políticas estratégicas inteligentes, incentivos e fomentos por parte do governo; reunir empresários e gestores da indústria com visão, arrojo e postura proativa; dispor de desenvolvimento tecnológico e **formação de profissionais altamente qualificados por parte das instituições acadêmicas e de pesquisa, preferencialmente em grande proximidade com a indústria.**

Os desafios para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no país inclui ainda:

a) a ampliação da disponibilidade de soluções para empresas de diferentes portes e setores, incluindo os investimentos em equipamentos que incorporem essas tecnologias; b) a adaptação de *layouts*; c) a adaptação de processos e das formas de relacionamento entre empresas ao longo da cadeia produtiva; e d) a criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências, entre outros (CNI, 2018c, p. 18).

É importante observar que, o desenvolvimento da Indústria 4.0 depende prioritariamente da adaptação do ensino, qualificação e formação profissional como um dos pontos chave para a consolidação das tecnologias digitais nos sistemas produtivos, como pôde ser visto em diversos momentos até aqui. Pontua-se a relevância do investimento em tecnologias digitais associadas aos interesses organizacionais, visando o desenvolvimento de competências de recursos humanos.

Com a superação desses desafios será possível desenvolver a indústria nacional, atribuindo-lhe tecnologias e vantagens que elevem a competitividade internacional do setor ao colocar o Brasil diante de grandes potências mundiais no processo de consolidação da manufatura avançada (FIRJAN, 2016).

Vale ressaltar que, segundo o Relatório de Competitividade Global do Fórum Econômico Mundial (WEF – *World Economic Forum*)<sup>16</sup>, o Brasil está à frente de países como o México, Rússia e China, na questão *Technological Readiness*, que se refere à capacidade que um país possui de absorver novas tecnologias. A avaliação contou com a participação de 144 países.

---

<sup>16</sup> SCHWAB, Klaus. The Global Competitiveness Report 2014-2015. World Economic Forum, 2014. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2014-15.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2016.

### 2.2.5 Impactos da Indústria 4.0 no ensino e formação profissional

As revoluções industriais da história da humanidade eclodiram a partir da inserção de novas técnicas que otimizaram a produção industrial, como pôde ser visto nas seções anteriores. Essa transformação interna disseminou mudanças por toda a sociedade, modificando diversos setores e adaptando-os às novas demandas impostas por essas transformações. Na quarta revolução industrial não é diferente, as tecnologias digitais oriundas da Indústria 4.0 estão despertando uma nova dinâmica industrial, o que tem impactado diversos cenários, como o mercado de trabalho e conseqüente a necessidade de adaptação da formação profissional.

Segundo Schwab (2016, p. 32),

As instituições acadêmicas costumam ser consideradas como um dos locais mais importantes para as ideias pioneiras. No entanto, novas evidências indicam que, atualmente nas universidades, os incentivos à carreira e as condições de financiamento favorecem as pesquisas incrementais e mais conservadoras que os programas ousados e inovadores.

Diante disso, considerando os princípios da quarta revolução industrial, é necessário romper as barreiras do conservadorismo e “abrir as portas” para a inovação, de modo a aproveitar e absorver as tendências tecnológicas do ponto de vista da capacidade que as mesmas possuem de impactar o cenário produtivo global. Bem como de promover mudanças significativas na sociedade por meio da difusão do conhecimento, principalmente dentro das instituições de ensino. Visto que, a mudança no panorama do emprego implica de modo significativo nas indústrias, empresas, **sistemas educacionais** e governos (LORENZ et al., 2015, grifos nossos).

No que se refere aos impactos causados nas profissões e ocupações, o uso de sistemas ciberfísicos nas fábricas exige do indivíduo o emprego de habilidades humanas, dificilmente exploradas nos sistemas tradicionais, de modo a tornar os processos produtivos cada vez mais flexíveis (BRUNO, 2016).

Não é provável que sistemas técnicos avançados venham suprir completamente a versatilidade, o conhecimento, as capacidades e as habilidades humanas em um futuro próximo. O que é mais provável é que o trabalho humano seja cada vez mais visto como parte essencial do sistema produtivo, enquanto as tecnologias procurarão otimizar as habilidades individuais dos empregados assim como adaptar-se a elas (BRUNO, 2016, p. 68-69).

Reitera-se que “especialistas argumentam contra a noção de que todos os empregos na indústria podem ser automatizados” (LORENZ et al., 2015, p. 09). Isto é, dentro do escopo do que seria uma fábrica inteligente, claramente as tarefas mais rotineiras e repetitivas tem grande potencial para serem automatizadas de forma gradativa, diferentemente das atividades de gerenciamento da aplicação dessas tecnologias. Logo, a demanda de emprego para trabalhadores que realizam atividades repetitivas diminuirá, visto que as mesmas podem ser padronizadas e realizadas por máquinas (LORENZ et al., 2015). Para Bruno (2016, p. 69), “os profissionais deverão assumir mais responsabilidades e investir em seu próprio desenvolvimento, o que resultará em novas formas participativas de projetar o trabalho e de aprendizado contínuo durante toda a vida profissional”.

Com base nessas reflexões é possível inferir que as metodologias ativas atreladas as novas tecnologias, enquanto processo de ensino-aprendizagem, modernizam os sistemas tradicionais e se mostram mais adequadas para a formação do trabalhador no contexto da quarta revolução.

Em vista disso, quanto maior o nível de inteligência das fábricas, maior o impacto com relação ao papel desempenhado pelos funcionários. Para tanto, além de treinamento adequado, “o operador exigirá menos treinamento específico de máquina e produto, mas precisará de recursos aprimorados para utilizar dispositivos digitais e software e acessar repositório de conhecimento digital” (LORENZ et al., 2015, p. 12). Sendo assim, é necessário que os funcionários adotem um perfil mais flexível para se adaptarem às mudanças no ambiente de trabalho.

Conforme Kagermann, Wahlster e Helbig (2013, p. 23):

Um papel importante também será desempenhado pela mudança de paradigma na interação humano-tecnologia e humano-ambiente trazida pela Indústria 4.0, com novas formas de trabalho colaborativo de fábrica que podem ser realizadas fora da fábrica em locais de trabalho virtuais e móveis. Os funcionários serão apoiados em seu trabalho por sistemas de assistência inteligentes com interfaces de usuário multimodais e amigáveis.

Neste sentido, a compreensão que se tem é que os modelos de gestão e negócios estarão para além dos limites físicos da empresa, exigindo dos trabalhadores o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes que permitam a atuação dentro dessa nova configuração de trabalho. Visto que, com as tecnologias digitais é possível gerenciar operações de qualquer lugar e a qualquer momento, por meio de dispositivos móveis apoiados por sistemas e recursos inteligentes.

Assim, devido a vasta possibilidade de aplicações da Indústria 4.0, os programas de treinamento tradicionais e padronizados não conseguem atender a essa totalidade. Sendo necessário aproximar as indústrias e instituições de ensino para que possam, por meio de uma interlocução contínua, garantir que as exigências provocadas pela economia digital reflitam no treinamento, formação e qualificação profissional adequadamente (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Lorenz et al. (2015) corroboram com essa concepção ao afirmar que:

Os líderes acadêmicos devem trabalhar com líderes de negócios para discutir as necessidades específicas de treinamento de suas empresas. Esta colaboração pode levar a novos modelos de educação para os negócios, como os programas instrucionais voltados a construir capacidades em vez de conferir graus (LORENZ et al., 2015, p. 16).

Neste cenário, “as empresas precisam treinar novamente suas forças de trabalho, renovar os modelos de organização e desenvolver abordagens estratégicas para o recrutamento e planejamento da força de trabalho” (LORENZ et al., 2015, p. 02). Enquanto os sistemas educacionais “devem procurar fornecer conjuntos de habilidades mais amplas e capacidades para preencher a lacuna de habilidades em TI e oferecer novos formatos para a educação continuada” (LORENZ et al., 2015, p. 14).

Assim, “a implementação da Indústria 4.0 deve resultar em uma fábrica sociotécnica orientada para o trabalho e sistema de trabalho. Isso, por sua vez, trará novos desafios para a formação profissional e acadêmica e para o desenvolvimento profissional contínuo (DPC)” (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p. 55). O desenvolvimento profissionalizante da força de trabalho, para que os trabalhadores possam acompanhar as implementações dos avanços tecnológicos, é, justamente, um dos pontos cruciais que deve ser considerado para implementar com êxito a Indústria 4.0 (LORENZ et al., 2015).

Nessa conjuntura:

As avaliações de competências devem ser utilizadas para melhorar a mobilidade entre o ensino profissional e acadêmico e entre os diferentes programas de formação e DPC, bem como para melhorar o reconhecimento de competências que ainda são relevantes no local de trabalho, apesar de não estarem ligadas a uma área especializada de funcionários. Há uma necessidade crescente de que as pessoas tenham uma noção do contexto geral e compreendam as interações entre todos os atores envolvidos no processo de fabricação (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013, p. 55).

Heindl et al. (2016, p. 07-08) reforçam que “é necessário focar em um investimento consequente na formação profissional e continuada para conseguir integrar também no futuro todos os empregados no mercado de trabalho nos termos de uma boa política econômica, de mercado de trabalho e de desenvolvimento”. Dito de outra forma, o ensino, principalmente aquele voltado para a formação profissional, deve ser adaptado à medida em que o desenvolvimento industrial avança para que os profissionais estejam cada vez mais próximos da realidade imposta pela quarta revolução industrial.

Diversas empresas já dispõem de programas que objetivam a requalificação dos seus funcionários, como por exemplo as Universidades Corporativas. Esses programas de treinamento devem garantir o desenvolvimento de habilidades ao aliar instruções reais e/ou simuladas no ambiente de trabalho com as instruções de sala de aula, bem como ser realizado continuamente com vista para a multidisciplinariedade do contexto da quarta revolução industrial (LORENZ et al., 2015).

Nessa conjuntura, os modelos de ensino-aprendizagem devem ser adequadamente aplicados de modo a atender aos critérios anteriormente abordados, como as metodologias ativas que envolvem uma abordagem mais dinâmica de ensino ao combinar teoria e aprendizagem prática. Segundo Lorenz et al. (2015, p. 15), “estes modelos híbridos são reconhecidos internacionalmente como superiores abordagens para a formação profissional e são ideais para construir capacidades relacionados à Indústria 4.0”.

Investir em qualificação profissional nas áreas que envolvem tecnologias digitais, bem como a introdução dessas próprias tecnologias no contexto do ensino é fundamental para que os trabalhadores possam gerenciar esse aporte tecnológico de maneira eficiente. Isso porque Rubmann et al. (2015) afirmam que é necessário adequar a educação às tecnologias da Indústria 4.0, por meio da adaptação dos currículos escolares e programas de treinamentos, além de estimular ações empreendedoras que culminem no aumento das competências e inovação relativos a TI e outras habilidades.

Pontua-se que as “Universidades e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) têm papel relevante no ecossistema de inovação, particularmente da Indústria 4.0” (CNI, 2018c, p. 26). O que dá subsídio para o aprofundamento da investigação na UFS. Uma vez que, embora não atuem de maneira direta na implementação dos recursos tecnológicos nas organizações empresariais, essas instituições são essenciais no desenvolvimento de capital intelectual e da ciência básica, se relacionando estrategicamente com outras organizações produtoras e difusoras das tecnologias digitais como pode ser visto na Figura 2 (CNI, 2018c).

**Figura 2** – Estrutura de oferta de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0



**Fonte:** CNI, 2018c, p. 26.

O entendimento dessa estrutura possibilita enxergar o papel e os desafios que os sistemas de ensino incorporam no contexto da quarta revolução industrial. Sendo essa compreensão relevante na elaboração de políticas e estratégias, de acordo com cada particularidade, de modo a implementar ações necessárias para a promoção do desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.

Isto posto, faz-se necessário a compreensão de como a formação profissional tem sido aperfeiçoada por meio do uso das tecnologias digitais no horizonte da quarta revolução industrial. O que foi possível averiguar por meio de um estudo no Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da UFS, que é uma instituição de ensino superior pública federal referência na formação profissional no Estado de Sergipe.

### 2.2.6 Tecnologias digitais no ensino e a concepção de uma Educação 4.0

As discussões acerca da Educação 4.0 ainda são bastante recentes, portanto o arcabouço teórico disponível para consulta ainda é muito limitado, de modo que o termo supracitado é ainda pouco difundido na academia. Os debates sobre o tema, disponíveis em endereços eletrônicos e jornais, tratam da importância de iniciar as transformações dos sistemas de ensino visando as novas gerações – mas sem distanciar o olhar sobre as gerações presentes – de modo a atender aos anseios da Indústria 4.0. Isso porque, como visto em FIRJAN (2016), os acontecimentos da quarta revolução industrial são observados como

tendências, uma vez que as tecnologias provenientes desse cenário ainda não foram implementadas com toda a capacidade que lhes são propostas.

De modo a corroborar com isso Andrade (2018, p. 07) aponta que “a partir da Quarta Revolução Industrial, as tecnologias à nossa disposição tendem a customizar também a experiência de aprendizagem”. Neste sentido, ressalta-se que a discussão realizada no presente trabalho envolve a formação profissional dentro de uma perspectiva influenciada pela nova revolução industrial, a qual propõe transformações, entre outras áreas, na educação.

Para a Organização Internacional do Trabalho – OIT (2008), estabelecer-se na sociedade do século XXI, aperfeiçoada pelo avanço científico contínuo e a forte globalização da cultura e economia, reflete o reconhecimento e atribuição do valor ao uso frequente de tecnologias mais audiovisuais, multimídia e hipertextuais no cotidiano.

Por isso, pensar a realidade atual é expor a irrupção de uma nova forma de cultura, caracterizada pela sobreposição – quando não apenas substituição simples – da cultura da tela com a cultura do livro e a das relações pessoais; é sinônimo de Tecnologias da Informação e a Comunicação, aprendizagem permanente e gestão do conhecimento (OIT, 2008, p. 09).

Dito isso, o termo Educação 4.0 reflete as transformações tecnológicas presenciadas atualmente, bem como as necessidades educacionais postas como exigências para as novas gerações (CARON, 2017). Uma vez que, as escolas e educadores precisarão se atualizar para atender aos novos requisitos do mercado de trabalho, bem como para ensinar, principalmente, as gerações que cresceram já num contexto de expansão das TICs (RODRIGUES, 2018).

O termo Educação 4.0 já vem sendo discutido a partir da chamada Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, que começa a usar novos tipos de robôs, recursos da Internet das Coisas, da Inteligência Artificial e da Linguagem Computacional, tornando os ambientes de produção cada vez mais automatizados e fazendo com que os trabalhadores envolvidos em processos produtivos tenham cada vez mais o perfil de gerente de máquinas – e não mais o de operadores destas – e atuem de forma colaborativa (ANDRADE, 2018, p. 07).

Neste sentido, se por um lado os trabalhadores precisarão de maior qualificação, os professores e sistemas de ensino precisam adequar-se aos avanços desse contexto.

A Educação 4.0 sustenta-se pela concepção da adequação do ensino ao contexto da Indústria 4.0 por meio da inserção das tecnologias digitais na prática do ensino. Rodrigues (2018, p. 09) corrobora com essa ideia ao expor que “se a Quarta Revolução Industrial tem trazido e trará transformações profundas no mercado de trabalho, a educação também precisará ser remodelada”, ao passo que Garofalo (2018) cita que “[...] as tecnologias devem

revolucionar a educação do mesmo modo que revolucionaram a sociedade e nossas vidas cotidianas”. Já Côrte (2018) expõe que:

A evolução para a Indústria 4.0 depende, dentre outras variáveis, de pessoas capacitadas para ocupar vagas que exigem alto conhecimento sobre automação, robótica, programação, indústria avançada, internet das coisas, big data e afins, além de um sólido conjunto de competências socioemocionais.

Segundo a Fundação de Crédito Educativo – FUNDACRED (2018), para preparar os alunos para a nova realidade, os educadores devem utilizar, além de outros recursos, a tecnologia aliada a metodologias ativas, considerando que os alunos de hoje irão se deparar com um contexto tecnológico com novas oportunidades profissionais. Sustentando essa concepção afirma-se que “um bom ponto de partida é a criação de ambientes inovadores propícios para o desenvolvimento de projetos que aproximem os alunos dessa nova realidade” (CARON, 2017, n.p.).

Os currículos mais inovadores passam a explorar as metodologias ativas de modo a “trabalhar com projetos, investigação, resoluções de problemas, produções de narrativas digitais e desenvolvimento de atividades *maker*, transformando as ferramentas digitais em linguagem” (GAROFALO, 2018, n.p.). Ressalta-se, no entanto, que não há um modelo definido a ser seguido.

É necessário fazer a inclusão dos recursos tecnológicos de maneira adequada, visto que se torna dispendioso e ineficiente caso a metodologia de ensino não acompanhe harmonicamente a inserção desses novos recursos, de modo a envolver os alunos ativamente no processo de ensino-aprendizagem (RODRIGUES, 2018). Reforça-se que “a tecnologia deve ser integrada a uma metodologia, ou seja, pode ser usada como recurso que potencializará a pesquisa, a troca de ideias e experiências colaborativas” (FUNDACRED, 2018, n.p.). Do mesmo modo, “as tecnologias também vão permitir que os professores tenham um amplo monitoramento do processo de ensino-aprendizagem, com dados detalhados que permitirão avaliações e melhorias nas experiências de ensino” (ANDRADE, 2018, p. 07).

Neste contexto, reflete-se que é necessário integrar conhecimentos acerca da tecnologia, ciências, artes, matemática e afins com o intuito de propor um ensino voltado a situações-problema, onde os alunos possam investigar, conectar, criar e refletir sobre novas soluções e a partir dos resultados criar novas respostas, conforme necessário. Isso porque os “nativos digitais” tendem a aprender mais por meio da vivência e prática. Já a recomendação, segundo o relatório *The New Work Order*, é que sejam enfatizados as habilidades digitais e o

empreendedorismo na escola. Além de outros elementos como as relações colaborativas, competências socioemocionais criativas e a participação em projetos interdisciplinares (ANDRADE, 2018; CARON, 2017).

Os condutores relacionados a forma de lidar com o trabalho e a educação hoje envolvem características, tais como a conectividade global, facilidade de acesso ao conhecimento, máquinas inteligentes e sistemas robotizados, bem como mídias e *Big Data*, além da alta velocidade da inovação e a frequente exigência de desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades (CARON, 2017).

Para Garofalo (2018, n.p.),

Essa imersão em educação e tecnologia deixou claro que é possível realizar uma educação regada em criatividade e inventividade, usando vários recursos e contando com um ambiente baseado em experimentação com o aluno no centro do processo de aprendizagem. Equipamentos são importantes, mas é fundamental que venham acompanhados de práticas pedagógicas que possibilitam vivências significativas, respeitando docentes e alunos.

Em vista disso, ao refletir acerca desse composto de competências, o aluno assume o papel de protagonista do seu processo de aprendizagem, bem como das relações estimuladas por meio da escola, uma vez que consistem em competências do cidadão do presente século. (FUNDACRED, 2018). De modo a atestar, afirma-se que “os estudantes passam de consumidores a produtores de tecnologia, de alunos passivos a pensantes e ativos, na execução de seus projetos, relacionando o ato de pensar ao de fazer” (CÔRTE, 2018, n.p.). E desta maneira, estarão “melhor preparados para lidar com as mudanças disruptivas do mundo contemporâneo e para uma vida profissional em que enfrentarão com segurança as novas oportunidades, prontos para os desafios da Indústria 4.0” (CÔRTE, 2018, n.p.).

Para Garofalo (2018), o processo da Educação 4.0 está em criação, logo não se deve esperar um padrão ou modelo a ser seguido. Enfatiza-se que “todos podemos (e devemos) contribuir, quebrando velhos paradigmas de anos impostos em uma educação descontextualizada, pautada em transmissão de conhecimento e ambientes pouco propícios ao processo de aprendizagem” (GAROFALO, 2018, n.p.).

Diante dessas reflexões fica claro que os debates acerca da Educação 4.0 estão apenas começando. E que nesse contexto “gestores e educadores precisam trabalhar juntos promovendo a constante troca de ideias em torno desta ‘nova escola’, desta forma, além da revolução em vários setores ela também acontecerá na educação, que é a base de tudo” (ANDRADE, 2018, p. 07).

### 2.2.7 Metodologias ativas de ensino-aprendizagem

Tradicionalmente o processo de ensino-aprendizagem teve enquanto instrumento principal o modelo de transmissão do conhecimento de forma expositiva. As mudanças provenientes do contexto social, do trabalho e tecnológico têm exigido dos profissionais uma formação mais prática e vivencial da sua área de atuação. Neste sentido, o Ministério da Educação buscou orientar as universidades e demais instituições de formação profissional quanto a importância da inclusão de disciplinas, práticas e metodologias que aliem a teoria e prática em seus planos de ensino de modo a atender as mudanças deste contexto (MARION; MARION, 2006).

O desafio do ensino na atualidade é tornar o processo de ensino-aprendizagem atraente para o estudante, para isso é necessário criar um contexto onde o estudante passe a ser o protagonista na produção do seu conhecimento através da imersão em metodologias criativas e inovadoras que possibilitem a investigação e participação ativa do próprio aluno enquanto agente do processo (SIQUEIRA et al., 2009).

Em reflexão a esta ideia, percebe-se que o método tradicional de ensino tem sido criticado por diversos teóricos, pois não tem atendido em sua totalidade os ensejos da evolução do contexto das necessidades sociais de ensino e formação profissional e dos avanços tecnológicos. Uma vez que, há um déficit de atenção para temas de grande relevância, bem como o pouco incentivo ao trabalho em equipe e experiências práticas que compreendem a busca e desenvolvimento de soluções para problemas identificados. Visto que o modelo de ensino onde o professor é o centro do processo a partir de aulas expositivas não permite essa intervenção (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Neste contexto, surgem as metodologias de aprendizagem ativas como alternativa substancial para a preparação do estudante em termos de formação profissional para o mercado de trabalho. Para Bordenave e Pereira (2015), essas metodologias propiciam novas perspectivas de análise e interpretação, uma vez que retira o aluno do seu senso comum ao despertar processualmente o seu interesse em discutir questões emergentes de forma a desenvolver uma visão analítica do problema proposto. O papel do professor nesse âmbito é intermediar e orientar as ações e a busca de informações em diversos meios, rompendo o paradigma tradicional em que o professor assume o papel de provedor do conhecimento.

As metodologias ativas são abordadas enquanto técnica de ensino-aprendizagem que permitem simular um ambiente de aprendizagem onde se perpetua a interação entre os alunos e o objeto estudado, contribuindo para a construção do conhecimento de maneira

contextualizada. Neste ponto, esta relação instiga ao aluno ouvir, questionar, discutir, observar e transmitir sua compreensão sobre o caso proposto para que dentro daquela conjuntura emergja a criação do conhecimento (BARBOSA; MOURA, 2014).

Desse modo, é desconstruída a ideia do aluno enquanto um simples receptor de conteúdo, passando a assumir um papel ativo de participação e comprometimento com o seu aprendizado. Bordenave e Pereira (2015) defendem ainda que esta metodologia colabora para que o aluno desenvolva um senso crítico, analítico e reflexivo sobre a realidade, fazendo com que o mesmo reflita sobre os problemas, identifique, gere e aplique soluções adequadas àquela determinada situação exposta.

Entre as técnicas utilizadas para o processo de ensino-aprendizagem, pode-se considerar, brevemente, algumas delas:

- a) **Aprendizado Baseado em Problemas (*Problem Based Learning* – PBL)** que para Santos et al. (2017) enfatiza o estudo autodirigido na condução do aluno ao desenvolvimento de habilidades e conhecimentos estratégicos por meio do trabalho em equipe para a resolução de problemas. O método pode ser implementado em três pontos, a saber: “1) o desenvolvimento das habilidades de argumentação é direcionado e facilitado por meio de problemas; 2) o processo é orientado aos estudantes, em todas as suas fases; 3) o assunto a ser aprendido, as fontes utilizadas e o tempo de estudo dedicado a cada problema são determinados pelos estudantes, guiados pelo tutor, quando necessário” (SANTOS et al., 2017, p. 410-411);
- b) **Sala de aula invertida** onde os alunos protagonizam discussões e atividades práticas a partir do estudo prévio do conteúdo abordado em sala, além da busca do saber, e o seu compartilhamento, através de outras fontes como vídeos, bibliotecas virtuais, livros, estudos de caso, entre outros, inclusive recursos digitais, tendo o professor como moderador. Isso é, “nesse novo modelo o aluno passa a ter autonomia e pode estudar e acessar a informação onde e quando quiser, por meio dos materiais que o professor disponibiliza em suportes digitais ou outros formatos. Assim, espera-se que os alunos cheguem em sala de aula, já com embasamento prévio” (SANTOS; OLIVEIRA; ALVES, 2016, p. 03);
- c) **Arco de Maguerez**, segundo Colombo e Berbel (2007), esse método apresenta um desenvolvimento processual, onde os alunos partem da observação e análise de uma problematização da realidade, elencando criticamente aspectos significantes para construir respostas ao problema, buscando soluções que resultem na intervenção da realidade exposta.

Em vista disso, dentro do contexto das transformações da educação e da indústria por meio dos avanços tecnológicos, as metodologias ativas adquirem valorização para subsidiar os sistemas de ensino do século XXI. Isso porque, para a inclusão dos novos recursos tecnológicos no ensino, é necessária uma metodologia de ensino-aprendizagem que enfatize o aprendizado prático, propondo o desenvolvimento de habilidades cognitivas e práticas mais flexíveis e dinâmicas conforme demanda o contexto atual.

### 2.3 ESTUDOS RELACIONADOS COM O TEMA DE PESQUISA

Esta seção aborda nove estudos teórico e empíricos que contribuem para sustentar as discussões acerca da Indústria 4.0, suas características e tecnologias, bem como o uso das tecnologias digitais na educação e na formação profissional.

O primeiro artigo, dos autores Santos, Alberto, Lima e Charrua-Santos (2018), intitulado **Indústria 4.0: desafios e oportunidades**, tem como objetivo principal adensar a discussão sobre a Indústria 4.0 através de uma revisão de literatura com o intuito de descrever os principais componentes e desafios da quarta revolução industrial. Buscou-se verificar também as novas oportunidades criadas para atender as exigências do contexto atual das organizações e sociedade a partir da combinação da internet e das tecnologias avançadas.

A princípio, Santos et al. (2018) afirmam que a Indústria 4.0 implica em tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos por meio da inserção de tecnologias de ponta atreladas à internet. Nesse contexto, as máquinas adquirem a capacidade de auto-otimização, auto-configuração e inteligência artificial na execução de tarefas. Essas novas estruturas produtivas compostas de dispositivos “inteligentes” em rede “são a chave para alcançar o grau de flexibilidade necessária para atender às exigências dos Mercados atuais”. (SANTOS et al., 2018, p. 112).

Os autores expõem ainda que há uma dificuldade das empresas em seguir essa nova abordagem industrial, devido a ausência de uma compreensão lúcida sobre o tema. Porém, defendem que as empresas que tem o intuito de acompanhar os avanços da quarta revolução industrial devem avaliar suas capacidades e desenvolver estratégias condizentes com esse cenário.

Para alcançar os resultados pretendidos, a metodologia utilizada pelos autores foi a abordagem indutiva e exploratória, permitindo a observação e identificação de fenômenos particulares, e enfatizando uma temática pouco explorada. Como fonte de dados, utilizou-se publicações das plataformas *Web of Knowledge (ISI)* e *Scopus*, bem como documentos

corporativos e relatórios governamentais que abordam a Indústria 4.0, tendo como critérios de seleção: publicações mais recentes, preferencialmente a partir de 2013; publicações com maior número de citações; e relevância do resumo para o tema.

As discussões e resultados enfatizaram o potencial tecnológico da Indústria 4.0. Santos et al. (2018) apontam que, embora a automação e sistemas de informação como a ERP (*Enterprise Resource Planning*) e MES (*Manufacturing Execution System*) aplicadas nos processos produtivos nos últimos anos tenham alavancado a produção, existe ainda uma lacuna quanto as respostas rápidas entre o ERP e o chão de fábrica para a otimização das decisões. Neste sentido, as tecnologias da Indústria 4.0 tornam-se uma oportunidade, pois favorece um nível de integração e acesso à informação em tempo real, o que melhora os níveis de flexibilidade, eficiência e qualidade nos produtos e serviços, relacionamento com os clientes, redução de desperdícios e custos, adequando, assim, a produção mais rapidamente as mudanças do mercado.

As tecnologias mais importantes para o desenvolvimento da Indústria 4.0, bem como as suas funcionalidades ficam a cargo dos CPS, IoT, IoS, sensores de RFID, processamento e armazenamento em nuvem e *Big Data*, fabricação aditiva e a Realidade Aumentada.

Como principais desafios, os autores apontaram: “[...] questões de segurança e proteção digital; padronização das interfaces de comunicação; processos e organização do trabalho; disponibilidade de força de trabalho capacitada; inserção das PME’s; formação e desenvolvimento profissional; base tecnológica; investigação e investimentos” (SANTOS et al., 2018, p. 112).

Santos et al. (2018) concluem o artigo afirmando que do mesmo modo como ocorreu nas revoluções industriais anteriores, surgirão novos modelos de negócios, processos e produtos que implicarão nos moldes sociais, econômicos e tecnológicos. Neste contexto, cabe aos profissionais da indústria, governos, acadêmicos e demais interessados atuarem em conjunto para se adaptarem a esse cenário disruptivo, conforme os reflexos dos novos sistemas de produção industriais.

O segundo estudo trata das **Principais inovações tecnológicas da Indústria 4.0 e suas aplicações na manufatura**. Com autoria de Albertin, Elienesio, Aires, Pontes e Aragão Junior (2017), o presente trabalho objetivou expor as definições, características, aplicações e implicações dos pilares tecnológicos que sustentam a Indústria 4.0.

Na introdução, os autores fazem um apanhado geral envolvendo um breve histórico e conceitos da Indústria 4.0, assim como as tecnologias mais características, corroborando com o trabalho abordado no artigo anterior. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica que teve como

fonte artigos, livros e reportagens acerca das tecnologias tratadas, suas aplicações e implicações na manufatura.

Os pilares tecnológicos foram elencados pelos autores através dos estudos da *Boston Consulting Group* (BCG), num total de nove tecnologias digitais, a saber: “internet das coisas, realidade aumentada, robôs autônomos, simulação, manufatura aditiva, *big data*, a tecnologia de nuvem, *cybersecurity* e integração horizontal e vertical de sistemas e software” (ALBERTIN et al., 2017, p. 03-04). A implementação das mesmas já é realidade e implica de modo significativo “na forma de projetar, produzir, entregar e remunerar a produção” (ALBERTIN et al., 2017, p. 03).

No decorrer do estudo, os autores conceituam cada uma das nove tecnologias, enfatizando os pontos principais de aplicação no setor industrial. As características descritas por eles corroboram com o que já foi exposto no presente trabalho (no Quadro 2, seção terciária 2.2.3 Tecnologias digitais da Indústria 4.0).

Os autores finalizam afirmando que cada uma das tecnologias abordadas contribui sinergicamente para atender aos princípios da Indústria 4.0. No entanto, nem todas estão no mesmo patamar de desenvolvimento. Se por um lado as tecnologias como a manufatura aditiva, simulação e internet das coisas estão sendo implementadas, por outro a integração horizontal e vertical de sistemas e softwares ainda faz parte de uma realidade distante.

O terceiro artigo, **Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial** das autoras Aires, Moreira e Freire (2017a), tem por objetivo investigar quais são as competências requisitadas aos trabalhadores no contexto da Indústria 4.0. Esse estudo consistiu numa pesquisa teórica baseada em revisão sistemática de literatura, a qual teve como base de dados a plataforma internacional *Scopus* e a revisão de relatórios publicados por instituições como a CNI, a consultoria Deloitte e o Fórum Econômico Mundial.

Na introdução, as autoras afirmam que os trabalhadores que sofrerão os impactos dessa revolução precisarão desenvolver novas competências para atender as exigências dos novos centros produtivos. Da mesma maneira, a aprendizagem contínua precisa estar difundida dentro da cultura organizacional estimulando o desenvolvimento de competências individuais e institucionais para o sucesso das empresas.

No tocante das discussões, as autoras afirmam que “a medida que a digitalização e automação da produção irá tomando espaço haverá um deslocamento dos trabalhadores junto as tecnologias usadas no processo de produção” (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017a, p. 07), justificando a requisição de um novo perfil de trabalhadores. É destacada, então, a

importância da educação corporativa como meio de estimular a criação de vantagem competitiva.

Aires, Moreira e Freire (2017a) trazem como resultado a identificação de um total de quarenta e cinco competências, classificadas em nove categorias, a saber: (1) habilidades cognitivas – como flexibilidade cognitiva e criatividade; (2) habilidades físicas – como a destreza manual e de precisão; (3) competências de conteúdo – que envolvem a aprendizagem ativa e alfabetização TIC; (4) competências de processo – como pensamento crítico e monitoramento próprio e dos outros; (5) competências sociais – como inteligência emocional e coordenação de equipes; (6) competências sistêmicas – julgamento e tomada de decisão e análise sistêmica; (7) competências para solucionar problemas complexos; (8) competências de gestão de recursos – financeiro, material, pessoas e tempo; e (9) competências técnicas – que envolvem controle, manutenção e reparo de equipamentos e controle da qualidade.

As autoras concluem afirmando que as competências com maior ocorrência envolvem criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos, considerando a necessidade de preparar um profissional multidisciplinar. Além disso, identificaram a importância das universidades corporativas no processo de formação e a valorização da aprendizagem ativa no contexto da quarta revolução industrial.

A quarta pesquisa que contribui para as discussões aqui propostas é, também, das autoras Aires, Moreira e Freire (2017b) intitulada **Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento**. O objetivo principal é identificar os desafios e tendências da Indústria 4.0 para a Gestão do Conhecimento (GC), contribuindo para o avanço dos estudos nessa área.

Para introduzir o estudo, as autoras expõem que a quarta revolução industrial vai muito além do emprego das tecnologias inovadoras, “um dos seus grandes trunfos que contribuirão para a diferenciação das empresas no mundo dos negócios é a gestão de seus conhecimentos e a capacitação de seus trabalhadores para esta nova fase dos processos produtivos” (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017b, p. 227).

As autoras mencionam que um dos principais objetivos da gestão do conhecimento consiste em “entender e gerenciar de forma sistemática e eficaz o conhecimento da organização, a partir de seus ativos de conhecimento, de forma a criar, capturar, organizar, distribuir, compartilhar, aplicar, renovar e monitorar o conhecimento” (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017b, p. 232), o que contribui para agregar valor e possibilitar resultados reais às organizações. Esse conhecimento é criado a partir da conversão do conhecimento tácito para explícito e vice-versa, integrando o conhecimento individual aos sistemas organizacionais.

Quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa é um estudo exploratório-descritivo, utilizando-se de uma revisão sistemática da literatura encontrada. Com base na análise dos artigos, categorizou-se os estudos nos seguintes grupos de desafios e tendências: (1) Desenvolvimento dos trabalhadores – quatro artigos; (2) Compartilhamento do Conhecimento – dois artigos; e (3) Novas Tecnologias – quatro artigos. Sendo assim, as categorias mais representativas dos desafios da Indústria 4.0 para a gestão do conhecimento são (1) e (2).

O primeiro desafio está ligado ao desenvolvimento de tecnologias que propiciam soluções econômicas que atendam às necessidades dos clientes, garantindo a interoperabilidade de sistemas, serviços e informações e a integração entre os *stakeholders*. O segundo desafio compreende o compartilhamento do conhecimento enquanto elemento fundamental na Indústria 4.0. Já o terceiro desafio refere-se ao desenvolvimento de trabalhadores, visto estes como os fatores mais flexíveis do processo produtivo. Uma vez que a razão crítica que precisa ser gerenciada consiste nas “capacidades organizacionais necessárias para este novo momento dos setores produtivos, que demanda aprendizagem organizacional, capacidade da absorção e desenvolvimento de capacidades dos trabalhadores” (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017b, p. 243), contribuindo juntamente com as tecnologias para a melhoria na tomada de decisão.

As autoras finalizam afirmando que conquanto os artigos relacionados a Indústria 4.0 nem sempre evidenciem o termo gestão do conhecimento, é notório que conhecimento compreende um dos trunfos da atual revolução, e que possibilita o desenvolvimento de vantagens competitivas sustentáveis.

**O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI** dos autores Bittencourt e Albino (2017) é o quinto estudo selecionado. O intuito principal da pesquisa é, por meio de um breve panorama dos temas relacionados aos nativos digitais e a educação do século XXI, refletir sobre a utilização das tecnologias digitais no processo educativo desses nativos, apontando os benefícios que essas mídias, como a hipermídia, podem oferecer para as instituições de ensino.

Para atender ao objetivo foi realizada uma pesquisa bibliográfica. Entretanto, os autores reiteram a pretensão de realizar pesquisas quantitativa e qualitativa, em duas escolas de ensino médio (pública e privada), com o intuito de validar a questão de pesquisa, a saber: Como o uso das mídias digitais (computadores, tablets, internet, etc.) podem colaborar para melhorar o ensino-aprendizagem nas instituições de ensino?

Inicialmente, os autores contextualizam que o uso das TICs e internet pela sociedade, organizações e governos é cada vez mais frequente. E que um dos desafios que a sociedade e sistemas de ensino se deparam consiste na falta de conhecimento e treinamento sobre essas mídias que permita a aplicação adequada dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. Porém, enfatiza-se a necessidade de desenvolver competências sobre o uso dessas tecnologias na educação que possibilite o uso de *softwares* ou aplicativos em atividades tarefas intelectuais. Apresenta-se termos como Educomunicação, enquanto novos tipos de aprendizagem atreladas aos recursos tecnológicos e relações comunicativas e hipermídia, enquanto conjunto de mídias com suporte computacional. As mídias tratadas no estudo englobam as tecnologias voltadas aos computadores, *tablets*, *smartphones* e internet.

Para a educação no século XXI, os autores evidenciam que “as novas tecnologias, em especial na área da informática, estão cada vez mais presentes no cotidiano dos alunos, sendo que aqueles que não se adaptarem a essa realidade, correm o risco de serem considerados *analfabetos tecnológicos*” (BITTENCOURT; ALBINO, 2017, p. 05, grifos originais). Em contrapartida, afirmam que um dos locais que menos se utilizam as mídias sociais são as escolas, principalmente por parte dos docentes, visto que os mesmos estão acostumados com outras didáticas de ensino-aprendizagem, sendo este um grande desafio para muitos.

Com o estudo foi possível interpretar que as escolas começaram a observar a necessidade de acompanhar os avanços tecnológicos, importantes para a formação crítica e ativa do cidadão contemporâneo. Do mesmo modo, ainda que existam desafios a serem enfrentados pela educação brasileira, as oportunidades de alavancar a educação no século XXI, por meio da aplicação adequada das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem, são evidentes.

O sexto artigo, dos autores Deidmar, Sobreira e Lima (2017), intitulado **Internet das coisas na educação**, tem por objetivo expor reflexões acerca do uso da internet das coisas no contexto educacional contemporâneo.

Os autores iniciam o estudo apresentando o conceito sobre a internet das coisas e expondo algumas reflexões acerca do seu uso. O termo consiste na ideia de que todos os objetos, pessoas e dispositivos estão conectados, possibilitando o processamento de informações em tempo real, automatização e facilidade na execução das tarefas diárias. Faz-se alusão a integração em rede do “mundo real” com o “mundo virtual”, por meio da conexão inteligente e sensorial das “coisas”. Deidmar, Sobreira e Lima (2017, p. 68) citam “Eletrodomésticos, carros, chaves, mesas, espelhos e etc. São inúmeras as possibilidades de anexar a computação em coisas que pertençam ao cotidiano das pessoas.”, além das televisões

tipo Smart, as quais conectam-se, por meio da internet, a aplicativos como o Netflix e Youtube e os vídeo games que conectam jogadores por todo o mundo. Isso é possível devido as tecnologias sem fio atreladas a mobilidade e portabilidade dos dispositivos conectados seja por meio de tecnologias como infravermelho, RFID, *wireless* LAN (rede local sem fio) e WI-FI.

Na educação, os autores apontam que a IoT colabora para melhorar a eficiência das aulas e “resgatar” o interesse dos alunos, dando suporte a metodologia de Aula Invertida, pela qual os docentes orientam os alunos a desenvolverem diversas atividades por meio de quaisquer mídias digitais em qualquer hora e a qualquer momento. Isto é, a IoT apoia tanto os alunos quanto os professores e demais envolvidos, visto que essa conexão favorece, ainda, o acompanhamento dos pais por meio de aplicativos que permitam o acesso à quaisquer informações relacionadas ao histórico escolar dos filhos, bem como a facilidade dos professores em gerenciar as atividades diárias e estabelecer contato com esses responsáveis. Em suma, a utilização dessas tecnologias rompeu a barreira no cenário de uma educação brasileira tradicional e enraizada, superando a alusão de que a tecnologia atrapalhava as aulas ao utilizá-las ao favor do ensino.

Por fim, os autores expõem que a IoT abriu portas para diversas funcionalidades dos meios digitais, permitindo ao usuário benefícios como a otimização do tempo. No contexto educacional, as escolas tendem a avançar junto com a tecnologias, rompendo paradigmas tradicionais do ensino presencial, o que tem permitido melhores performances nas metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem. Desse modo, a IoT é uma tecnologia que desperta cada vez mais o interesse da academia.

O sétimo artigo também versa sobre a IoT no cenário educacional. Intitulado **Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologias, Cenários e Projeções** e de autoria de Silva, Nova, Vasconcelos, Calado, Branco e Braga (2017) tem por finalidade “descrever a tecnologia e seu estado da arte, identificando quais componentes e serviços são adequados para prover um aprendizado mais efetivo” (SILVA et al., 2017, p. 1257). Neste sentido, busca-se destacar o uso desta tecnologia do cenário educacional, discutindo também aspectos arquiteturais e de padronização.

Os autores iniciam o estudo afirmando que há uma forte demanda na área da educação no que concerne o uso das TICs para auxiliar os professores nas tomadas de decisão e na melhoria da eficiência do processo de ensino-aprendizagem. A necessidade advém da utilização, entre outros, de sistemas tutores inteligentes (STI), ambiente virtual de aprendizagem (AVA), ferramentas colaborativas e a própria IoT – a mais promissora – para

aumentar a efetividade do aprendizado. No entanto, existem desafios a serem enfrentados no cenário educacional para a devida aplicação dessas tecnologias, a saber: questões de segurança de rede; a interoperabilidade de dispositivos e aplicações, uma vez que cada fabricante tem o seu padrão de desenvolvimento o que dificulta a integração; alto custo operacional e de infraestrutura de comunicação; e o próprio gerenciamento inteligente da rede. Para isso, é necessário a criação de políticas que normatizem o uso dessa tecnologia.

A utilização das tecnologias tem sido muito importante para dar suporte ao ensino multidisciplinar e as metodologias ativas de ensino, uma vez que se notou que os alunos aprendem mais quando são envolvidos na resolução de problemas em sala de aula. Os ambientes virtuais colaboram para uma dinâmica de ensino que motiva e entretém os alunos, gerando grandes possibilidades de aprendizagem, seja por meio da pesquisa, resolução de questionários, contato com os professores – tudo isso em tempo real.

Em vista disso, a aplicação da IoT nas salas de aula, além das diversas possibilidades expostas anteriormente, implica no aumento da eficiência do processo educativo, onde, por exemplo, lousas podem estar conectadas a dispositivos manuseados por alunos e professores criando uma interatividade com os materiais de estudo. Neste contexto, um termo mais avançado é empregado denominado IoE (Internet de Todas as Coisas, do inglês *Internet of Everything*). Essa tecnologia “ênfatisa apenas comunicação entre máquinas utilizando rede de sensores e dados criados como resultado dessas interações, transformando-se em uma rede que conecta bilhões de pessoas, processos, dados e coisas” (SILVA et al., 2017, p. 1264). Esse conceito é sustentado por quatro pilares num ecossistema auto-gerenciável, a saber: pessoas, processos, coisas e dados.

Os autores concluem apresentado alguns benefícios da aplicação da IoT nos ambientes educacionais, como: a aceleração do aprendizado do aluno; personalização do processo educacional; forte incentivo a colaboração; controle mais eficaz dos dispositivos por meio das redes IoT; automatização de tarefas rotineiras (registro de frequência, avaliações, etc.); melhoria da eficiência das aulas por meio de ferramentas que auxiliem os professores.

O oitavo artigo, dos autores Brandão, Cavalcante e Morais (2016), intitulado **O uso das tecnologias na educação profissional: de uma visão tecnicista à formação humana integral** teve por finalidade discutir acerca do “uso das tecnologias na educação profissional e os seus paradigmas sob a ótica do capital, bem como apontar os princípios da formação humana integral como uma possibilidade de fomento do uso das tecnologias na formação do trabalhador” (BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 01). Para tanto, utilizou-se a revisão bibliográfica como metodologia para o alcance do propósito da pesquisa.

A priori, as autoras contextualizam acerca da crise do capital das décadas de 1970 e 1980 e a reestruturação do capitalismo por meio da inovação tecnológica, cenário onde as empresas tiveram que buscar meios econômicos para preservar a competitividade devido à alta taxa de inflação. O período da industrialização por meio do avanço das tecnologias propunha um ritmo de trabalho mais acentuado visando a lucratividade e produtividade. Portanto, “as tecnologias de produção não eram utilizadas para melhorar a qualidade de vida do trabalhador” (BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 03). Neste sentido, a educação profissional no Brasil esteve atrelada, seguindo os princípios da eficiência, ao ensino e a apropriação das tecnologias na educação profissional para atender aos interesses da indústria, cunhada na exploração e desvalorização da força trabalhadora, bem como da precarização das relações de trabalho.

As autoras apontam que com o avanço das técnicas produtivas e o surgimento das máquinas industriais, num contexto fordista por exemplo, as empresas visavam a necessidade de qualificar os trabalhadores por meio da apropriação dessas tecnologias. Isto é, “não tinham como interesse a formação educacional do trabalhador” (BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 04), visto que o nível de qualificação dos trabalhadores influenciava na competitividade das empresas.

Durante as discussões, as autoras expõem que a partir de um discurso neoliberal “do ponto de vista do trabalhador, a educação assume feições perversas, uma vez que, para os que vivem do trabalho, a aprendizagem de conhecimentos e habilidades, instrumentais e cognitivos, são imediatamente vinculados ao exercício de atividades produtivas” (KUENZER, 2009, p. 41 apud BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 07). Em vista disso, é necessário romper a ideia preconcebida em que a educação profissional, sendo um modelo pedagógico voltado para competências, deve atender a eficiência do capital, como foi enraizada no decorrer da história. É necessário estabelecer uma educação de qualidade visando preparar o trabalhador para “a verticalização do conhecimento através de um curso superior, para o seu desenvolvimento cultural e estético, para a sua atuação ativa e de possível transformação das relações sociais em que está inserido [...] uma educação para a vida” (BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 07). Dessa forma, a evidência que se infere é que no decorrer da história da educação profissional, as tecnologias “foram manipuladas para exercer poder sobre a classe trabalhadora, materializadas na noção de competências impostas pelas escolas neoliberais” (BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 09).

Numa perspectiva da formação humana integral, as autoras defendem o uso desses recursos para a formação humana integral dos estudantes, “uma formação que não irá colocar a classe trabalhadora em uma posição submissa nas relações de trabalho. Em que as tecnologias desenvolvidas deverão propor a melhoria da vida das pessoas por meio de uma educação emancipatória” (BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 09).

Diante disso, as autoras apontam que, pensar o uso de tecnologias no que concerne à formação integral significa considerar o trabalho enquanto princípio educativo, referenciando a tradição Marxiana que ressalta a formação integral dos indivíduos ao abranger a educação intelectual, física e tecnológica. Nesse sentido, a educação profissional deve garantir e “promover um diálogo sobre o desenvolvimento de tecnologias, permitindo que o aluno possa, ao longo de sua formação, interagir com as possibilidades de inovação tecnológica” (BRANDÃO; CAVALCANTE; MORAIS, 2016, p. 11).

Por fim, as autoras defendem o uso das tecnologias na educação profissional dentro da perspectiva da formação humana integral, ressaltando a necessidade de os currículos superarem a dicotomia entre a educação manual/intelectual e o uso das tecnologias de forma tecnicista. Visto que, o uso das tecnologias na educação profissional deve estar ligado a uma proposição pedagógica atrelada a ciência, tecnologia, educação e trabalho, atribuindo uma formação mais ampla por meio da educação profissional que melhore as condições de trabalho e diminua as desigualdades sociais.

O nono artigo versa sobre as **Novas tecnologias e educação: a evolução do processo de ensino e aprendizagem na sociedade contemporânea**. Dos autores Silva e Correa (2014), o estudo tem o propósito de discutir a relação entre a educação e a inserção das novas tecnologias na evolução do processo de ensino-aprendizagem, analisando, questões desafiadoras, bem como os benefícios e os malefícios dessa modernidade tecnológica na sociedade contemporânea, numa perspectiva da construção do conhecimento. Para atender a essa finalidade utilizou-se trabalhos de alguns autores que discutem temáticas sobre educação contemporânea, motivação, tecnologias e afins.

Os autores iniciam o estudo refletindo sobre a evolução e a apropriação da informação pelos indivíduos, processo que perpassou o período da revolução industrial, quando o acesso a informação ainda era limitado, tendo obras intelectuais sendo perpetuadas tempos depois, até chegar a chamada “sociedade informacional” em que os indivíduos passam a ter domínio sobre a informação, graças as tecnologias disponíveis. A utilização da internet foi apenas um meio de sustentar essa gama de informações. Neste contexto, os autores apontam que embora o uso das tecnologias contribua para o processo formativo, que é uma realidade, visto o êxito

da educação a distância, vídeo conferências e livros eletrônicos por exemplo, é necessário também refletir sobre os problemas sociais provenientes do uso das tecnologias com relação à educação, orientação e exploração do conhecimento. Uma vez que geram problemas no âmbito econômico, cultural, político, ético e social que “inclui a pobreza, a individualidade sendo expostas nas redes sociais, o desemprego, a invasão de privacidade, a falta de identidade, a poluição visual” (SILVA; CORREA, 2014, p. 26), dentre outros aspectos.

Os autores expõem que o uso das tecnologias enquanto recurso pedagógico já era prevista nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, de 13 de julho de 2010. Com os avanços tecnológicos e uma perspectiva digital, essa questão tem tido uma atenção maior. Nesse cenário, é necessário a aproximação desses novos recursos com a sociedade de maneira geral, uma vez que as mudanças ocorrem de maneira muito rápida e com ela é essencial a adaptação desses indivíduos para acompanhar essa evolução. Conforme Silva e Correa (2014, p. 31) “isso mostra que essa relação escola-tecnologia, ainda precisa ser bem interpretada e integrada no ambiente educativo em todos os níveis. Se a escola não estiver preparada para receber tudo isso, vai acabar tendo que competir em vez de agregar.”.

Os autores trazem como considerações finais que com essas mudanças o currículo atual precisa ser adequado, bem como os responsáveis por mediar as tecnologias precisam de treinamento. Com as análises foi possível concluir que a escola não se encontra preparada para responder aos desafios. Além disso, as mesmas devem facilitar o uso e acesso dessas tecnologias pelos professores e alunos. Do mesmo modo, utilizar esses recursos no processo de ensino-aprendizagem pode contribuir para o desenvolvimento crítico e criativo do aluno. Os autores recomendam, ainda, a necessidade de as escolas estabelecerem diálogos constantes sobre a temática afim de situar gestores, professores, alunos e demais envolvidos nesse cenário em que a diversidade tecnológica impera.

O Quadro 4 apresenta uma síntese dos estudos discutidos anteriormente.

**Quadro 4** – Síntese dos estudos teórico e empíricos

REFERÊNCIA	TÍTULO	OBJETIVOS	CONCLUSÕES
Santos, Alberto, Lima e Charrua-Santos (2018)	Indústria 4.0: desafios e oportunidades.	Debater e fornecer uma visão geral da Indústria 4.0, descrevendo os seus componentes, os principais desafios e as criação de novas possibilidades para atender às exigências atuais.	As discussões e resultados enfatizaram que as tecnologias da Indústria 4.0 favorecem um nível de integração e acesso à informação em tempo real, melhorando os níveis de flexibilidade, eficiência e qualidade nos produtos e serviços, bem como o relacionamento com os clientes, redução de custos e etc. As tecnologias digitais desse cenário englobam: CPS, IoT, IoS, sensores de RFID, processamento e armazenamento

			em nuvem e <i>Big Data</i> , fabricação aditiva e a Realidade Aumentada. Quanto aos desafios estão: questões de segurança e proteção digital; padronização das interfaces de comunicação; processos e organização do trabalho; disponibilidade de força de trabalho capacitada; inserção das PME's; formação e desenvolvimento profissional; base tecnológica; investigação e investimentos.
Albertin, Elienesio, Aires, Pontes e Aragão Junior (2017)	Principais inovações tecnológicas da Indústria 4.0 e suas aplicações na manufatura.	Expor as definições e as características de cada um dos pilares tecnológicos da Indústria 4.0, bem como suas aplicações e implicações na indústria.	Elencou-se nove pilares tecnológicos da Indústria 4.0: IoT, realidade aumentada, robôs autônomos, simulação, manufatura aditiva, <i>big data</i> , tecnologia de nuvem, <i>cybersecurity</i> e integração horizontal e vertical de sistemas e <i>software</i> . Cada qual com a sua contribuição para atender aos princípios da Indústria 4.0, seja para integrar os objetos físicos e virtuais na manufatura e transporte, permitir a manutenção, assistência remota e treinamento de colaboradores, automatizar e flexibilizar a linha de montagem, melhorar a tomada de decisão em tempo real, customizar a produção, proteger as informações da cadeia de valor, dentre outras possibilidades.
Aires, Moreira e Freire (2017a)	Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial.	Investigar as competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial.	Foram identificadas quarenta e cinco competências, classificadas nas seguintes categorias: habilidades cognitivas; habilidades físicas; competências de conteúdo; competências de processo; competências sociais; competências sistêmicas; competências para solucionar problemas complexos; competências de gestão de recursos; e competências técnicas. As competências com maior ocorrência envolvem criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos.
Aires, Moreira e Freire (2017b)	Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento.	Identificar os desafios e tendências da Indústria 4.0 para a Gestão do Conhecimento (GC).	Os desafios e tendências da Indústria 4.0 para a GC foram identificados e categorizados em: (1) Desenvolvimento dos trabalhadores – desenvolvimento das capacidades organizacionais (aprendizagem organizacional) necessárias para atuar no novo contexto de transformação dos setores produtivos; (2) Compartilhamento do Conhecimento – enquanto elemento essencial para a manutenção e difusão do conhecimento no cenário da Indústria 4.0; e (3) Novas Tecnologias – propiciam soluções econômicas que atendam às necessidades dos clientes, garantindo a interoperabilidade de sistemas, serviços e informações e a integração entre os <i>stakeholders</i> . As categorias mais

			representativas dos desafios da Indústria 4.0 para a gestão do conhecimento são (1) e (2).
Bittencourt e Albino (2017)	O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI.	Elaborar um breve panorama dos temas relacionados aos nativos digitais e a educação do século XXI, como a mídias digitais.	As escolas começaram a observar a necessidade de acompanhar os avanços tecnológicos, importantes para a formação crítica e ativa do cidadão contemporâneo, uma vez que contribui para a autonomia intelectual do aluno e qualidade do aprendizado. Para tanto, os desafios enfrentados envolvem a falta de conhecimento e treinamento sobre essas mídias que permita a aplicação adequada dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. Conclui-se também que embora as novas tecnologias, em especial na área da informática, estejam cada vez mais presentes no cotidiano dos alunos, um dos locais que menos de utiliza as mídias sociais são nas escolas.
Deidmar, Sobreira e Lima (2017)	Internet das coisas na educação.	Expor reflexões acerca do uso da internet das coisas no contexto educacional contemporâneo.	Na educação, a IoT colabora para melhorar a eficiência das aulas e “resgatar” o interesse dos alunos, dando suporte às metodologias ativas, e apoiando alunos e professores no desenvolvimento de atividades por meio de quaisquer mídias digitais em qualquer hora e a qualquer momento. Essa conexão favorece, ainda, o acompanhamento dos pais por meio de aplicativos que permitam o acesso a quaisquer informações relacionadas ao histórico escolar dos filhos, bem como a facilidade dos professores em gerenciar as atividades diárias. A utilização dessas tecnologias rompeu a barreira no cenário de uma educação brasileira tradicional e enraizada, superando a alusão de que a tecnologia atrapalhava o ensino ao utilizá-las em sala de aula, uma vez que se bem implementada traz grandes benefícios.
Silva, Nova, Vasconcelos, Calado, Branco e Braga (2017)	Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologias, Cenários e Projeções.	Destacar o uso da IoT no cenário educacional, identificando as potenciais aplicações tecnológicas que culminem na melhoria da eficiência do ensino e engajamento de alunos e professores.	Identifica-se que a IoT é uma tecnologia promissora para aplicação na educação. Porém, existem desafios tais como: questões de segurança de rede; a interoperabilidade de dispositivos e aplicações; alto custo operacional e de infraestrutura de comunicação; e o próprio gerenciamento inteligente da rede. Os benefícios e aplicações identificados englobam, entre outros: a aceleração do aprendizado do aluno; personalização do processo educacional; forte incentivo a colaboração; controle mais eficaz dos dispositivos por meio das redes IoT; automatização de tarefas rotineiras (registro de frequência, avaliações, etc.); melhoria da eficiência

			das aulas por meio de ferramentas que auxiliem os professores.
Brandão, Cavalcante e Morais (2016)	O uso das tecnologias na educação profissional: de uma visão tecnicista à formação humana integral.	Discutir acerca do uso das tecnologias na educação profissional e os seus paradigmas sob a ótica do capital e apontar princípios da formação humana integral a partir do uso das tecnologias na formação do trabalhador.	No decorrer da história da educação profissional as tecnologias foram utilizadas como meio de manipulação da burguesia sobre a classe trabalhadora, em que os trabalhadores deveriam adquirir as competências necessárias para manusear as ferramentas, num contexto impulsionada pelas máquinas, visando o aumento da produtividade e lucratividade. No entanto, defende-se o uso desses recursos tecnológicos para a formação humana integral dos estudantes, rompendo a dicotomia entre a educação manual/intelectual e o uso das tecnologias de forma tecnicista, uma vez que pensar o uso de tecnologias no que concerne à formação integral significa considerar o trabalho enquanto princípio educativo, atrelado a ciência, tecnologia, educação e trabalho, atribuindo uma formação mais ampla por meio da educação profissional que melhore as condições de trabalho.
Silva e Correa (2014)	Novas tecnologias e educação: a evolução do processo de ensino e aprendizagem na sociedade contemporânea.	Discutir a relação entre educação e as novas tecnologias no processo de evolução do ensino-aprendizagem na sociedade contemporânea, apresentando, entre outras, reflexões acerca do uso das ferramentas tecnológicas na sala de aula	Com os avanços tecnológicos o currículo escolar atual precisa ser adequado, bem como os responsáveis por mediar as tecnologias precisam de treinamento. Foi possível concluir que as escolas devem facilitar o uso e acesso dessas tecnologias pelos professores e alunos. Visto que utilizar esses recursos no processo de ensino-aprendizagem pode contribuir para o desenvolvimento crítico e criativo do aluno, tornando o processo mais prazeroso para quem aprende e para quem ensina. Recomenda-se ainda a necessidade de as escolas estabelecerem diálogos constantes sobre a temática afim de situar gestores, professores, alunos e demais envolvidos nesse cenário em que a diversidade tecnológica impera.

**Fonte:** elaborado pelo autor, 2018.

A análise desses estudos possibilitou a ampliação dos conhecimentos acerca da temática da presente monografia por meio de discussões realizadas por outros autores. Os artigos foram organizados de modo a permitir um entendimento encadeado, desde os conceitos da Indústria 4.0, tecnologias digitais, os desafios, as inovações, as oportunidades e as implicações na manufatura e na educação, a partir da concepção de uma quarta revolução industrial. Passando pelos impactos na formação profissional e findando no uso das

tecnologias na educação profissional dentro de uma perspectiva de formação humana integral na sociedade contemporânea.

Além de situar, caracterizar e compreender a temática aqui abordada, as discussões estabelecidas no Referencial Teórico contribuíram para a criação das categorias e elementos de análise da presente pesquisa, como pode ser visto nos Procedimentos Metodológicos, no Quadro 8.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO ESTUDADA

Nesta seção é apresentada a instituição de ensino superior e o respectivo centro envolvido na investigação, *locus* do presente estudo.

#### 3.1 UFS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE <sup>17</sup>

A Fundação Universidade Federal de Sergipe (UFS) consiste em uma instituição de ensino superior pública federal, vinculada ao Ministério de Educação (MEC). Foi instituída através do Decreto-lei nº 269, de 28 de fevereiro de 1967<sup>18</sup>, sancionado pelo presidente Humberto de Alencar Castelo Branco, no período da Ditadura Militar. A sua finalidade, expressa no artigo 3º, é “[...] criar e manter a Universidade Federal de Sergipe, instituição de ensino superior, e pesquisas e estudo em todos os ramos do saber e de divulgação científica, técnica e cultural” (BRASIL, 1967), desenvolvendo, desta forma, atividades ligadas ao tripé: ensino, pesquisa e extensão.

O processo de criação da UFS teve início em 1963 com iniciativa da Secretaria de Educação do Estado, sendo efetivada com a sua instalação em 15 de maio de 1968 sob o regime fundacional. Vinculada ao sistema federal de ensino superior, instituiu-se a partir da união das 06 escolas de ensino superior existentes no estado, a saber: Faculdade de Ciências Econômicas (1948), Escola de Química (1948), Faculdade de Direito (1950), Faculdade Católica de Filosofia (1950), Escola de Serviço Social (1954) e Faculdade de Ciências Médicas (1961).

Influenciada pelas novas diretrizes do MEC para o ensino superior, em 1978 ocorreu a reforma administrativo-acadêmica com a reformulação do currículo dos 23 cursos disponíveis distribuídos em 04 centros: Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA) e Centro de Educação e Ciências Humanas (CECH).

Ao longo do seu processo de consolidação, a UFS teve um expressivo processo de ampliação, buscando “propiciar maior inserção social, estimulando o desenvolvimento socioeconômico das regiões interioranas contempladas nesse processo, assim como o das regiões circunvizinhas” (UFS, 2016, p. 16).

---

<sup>17</sup> Informações retiradas do site institucional. Disponível em: <<http://www.ufs.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

<sup>18</sup> Autoriza o Poder Executivo a instituir a Fundação Universidade Federal de Sergipe e dá outras providências.

Atualmente, a UFS conta com estrutura composta por 06 campus: o Centro Universitário Prof.º José Aloísio de Campos no município de São Cristóvão (sede); o

Campus da Saúde Prof. João Cardoso do Nascimento Júnior (Aracaju), instalado em 1989; Campus Prof. Alberto Carvalho (Itabaiana), instalado em 14 de agosto de 2006; Campus de Laranjeiras (Laranjeiras), instalado em 28 de março de 2007; Campus Prof. Antônio Garcia Filho (Lagarto), instalado em 14 de março de 2011 e o Campus do Sertão (N. Sra. da Glória), instalado em 23 de novembro de 2015. Há, também, outros espaços fora da sede e destes campi onde são desenvolvidas atividades acadêmicas, a exemplo do Campus Rural, utilizado pelos cursos da área de Ciências Agrárias, no município de São Cristóvão (UFS, 2016, p. 16).

Além disso, dispõe de dois hospitais universitários, um na cidade de Aracaju localizado no bairro Cidade Nova e outro na cidade de Lagarto, no bairro Santa Terezinha.

Essa ampliação gerou impactos em diversos indicadores institucionais. Considerando o período de 2004 a 2015: o quantitativo de cursos passou de 43 para 117, sendo que 32 destes foram ofertados entre o campus de Aracaju e interior; o número de vagas ofertadas passou de 2.000 para 5.720, das quais 1.680 foram distribuídas nos campi fora da sede; o quantitativo de alunos matriculados passou de 10.498 para 25.280, somando 5.905 distribuídos entre os campi fora da sede; conseqüentemente, houve um aumento no quadro de docentes e alunos formados, registrando em 2004 um total de 461 professores e 1.110 alunos egressos e em 2015, 1.419 professores e 1.896 alunos egressos, respectivamente (UFS, 2016). Esse processo expansivo foi fruto do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), por meio do Decreto 6.096 de 2007.

Quanto à educação a distância (EAD), “a UFS possui 3.868 matriculados nos 11 cursos de licenciatura e bacharelado, tendo formado 155 pessoas em 2014/2 e 158 em 2015/1. Considerando os alunos da modalidade presencial, a UFS possui 31.262 alunos matriculados no ensino de graduação” (UFS, 2016, p. 17), em 15 polos de ensino.

Esse processo demonstra a potencial contribuição institucional na expansão socialmente inclusiva. Além disso:

[...] a interiorização da Universidade vem acompanhada de inovações metodológicas importantes no processo de ensino-aprendizagem, já implantadas no campus de Lagarto e previstas também para o campus de Nossa Senhora da Glória: a interdisciplinaridade, a integração com a comunidade e o aprendizado combinado com a prática estão sendo implementados em um nível nunca antes praticado no âmbito da UFS e quiçá, da maioria das universidades brasileiras (UFS, 2016, p. 19).

A UFS é a única instituição de ensino superior do estado de Sergipe mantida com recursos da União, tendo contribuído para a difusão do conhecimento e para a formação

profissional dos cidadãos, favorecendo a construção de uma sociedade mais justa e igualitária por meio das políticas públicas de ensino. Dessa forma, a instituição detém um papel fundamental na formação do capital humano e responsabilidade social, propiciando a melhoria da qualidade de vida da sociedade por meio da realização de ações educativas para os públicos interno e externo, na comunidade em que se está inserida. Nesse sentido, destacam-se a missão, visão e objetivos gerais, conforme expresso no Quadro 5.

**Quadro 5** – Missão, visão e valores da UFS

<b>MISSÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir para o progresso da sociedade por meio da geração de conhecimento e da formação de cidadãos críticos, éticos e comprometidos com o desenvolvimento sustentável.</li> </ul>
<b>VISÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser uma instituição pública e gratuita que se destaque pelo seu padrão de excelência, no cumprimento de sua missão.</li> </ul>
<b>OBJETIVOS GERAIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar profissionais cidadãos, produzir, difundir e conservar conhecimentos de forma interativa com a sociedade, visando contribuir, assim, para o fortalecimento da democracia e a melhoria da qualidade de vida da população.</li> <li>• Cultivar o saber em suas várias formas de conhecimento puro e/ou aplicado, propondo-se a:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar recursos humanos de nível superior, em graduação e pós-graduação, para atender às necessidades locais, regionais e nacionais;</li> <li>• Realizar pesquisas e incentivar atividades criadoras nos campos do conhecimento filosófico, científico, técnico e artístico;</li> <li>• Estender à comunidade, com a qual deverá manter permanente intercâmbio, os programas de ensino e pesquisa, através de cursos ou atividades similares, e da prestação de serviços especiais;</li> <li>• Investigar e oferecer soluções para os problemas relacionados com o desenvolvimento socioeconômico e cultural do estado, da região Nordeste e do país;</li> <li>• Manter a indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão;</li> <li>• Estimular a elevação do desempenho institucional, alocando e valorizando recursos humanos e viabilizando recursos materiais para isso necessários;</li> <li>• Ser instrumento de equidade social, ofertando vagas indistintamente às diferentes camadas da população.</li> </ul> </li> </ul>

**Fonte:** UFS, 2016.

Quanto a organização administrativa, a UFS é gerida por um Conselho Diretor e constituída organicamente por dois subsistemas, a saber: o Subsistema de Administração Geral, “composto por aqueles órgãos voltados à direção geral da Universidade e à

implementação dos meios necessários à consecução de seus objetivos, sendo estes os Conselhos Superiores e a Reitoria” (UFS, 2016, p. 19); e o Subsistema de Administração Acadêmica, “composto pelos órgãos orientados para as atividades de ensino, pesquisa e extensão; compreendendo os Conselhos Acadêmicos; os Centros e Departamentos e os Órgãos Suplementares” (UFS, 2016, p. 23).

Quanto aos Centros, a UFS aglutina 8 unidades: Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET); Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) – tendo o Campus Aracaju/Saúde (CAMPUSAJU) atrelado a sua estrutura; Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA); Centro de Educação e de Ciências Humanas (CECH); Centro de Ciências Agrárias Aplicadas (CCAA); Centro Campus de Itabaiana (CAMPUSITA); Centro Campus de Laranjeiras (CAMPUSLAR); e, Campus Universitário Prof. Antônio Garcia Filho (CAMPUSLAG).

Dessa forma, a UFS tem contribuído para a promoção social, política, econômica e cultural por meio de ações educacionais, difusão da ciência e tecnologia, estimulando a estruturação de uma sociedade mais desenvolvida, crítica e consciente.

### 3.1.1 CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

A Cidade Universitária reúne o CCET, CCBS, CCAA, CCSA e CECH e o Centro de Educação a Distância (CESAD). Além das estruturas administrativas, como a Reitoria, a Biblioteca Central (BICEN), o Restaurante Universitário (RESUN), o Núcleo de Tecnologia da Informação (NIT), a Prefeitura do Campus e o Colégio de Aplicação (CODAP).

Como o *locus* de pesquisa do presente estudo é o CCET/UFS, por aglutinar os cursos de interesse da temática, cabe aqui a sua apresentação.

O CCET é formado por 15 Departamentos e 29 cursos na modalidade presencial ofertados no campus sede e 3 cursos à distância, conforme o Quadro 6.

**Quadro 6** – Departamentos e Cursos do CCET/UFS

DEPARTAMENTOS	CURSOS
Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM)	Bacharelado em Engenharia de Materiais
Departamento de Computação (DCOMP)	Bacharelado em Ciência da Computação Bacharelado em Engenharia da Computação Bacharelado em Sistemas de Informação
Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM)	Bacharelado em Engenharia Ambiental e

	Sanitária
Departamento de Engenharia Civil (DEC)	Bacharelado em Engenharia Civil
Departamento de Engenharia de Produção (DEPRO)	Bacharelado em Engenharia da Produção
Departamento de Engenharia Elétrica (DEL)	Bacharelado em Engenharia Elétrica Bacharelado em Engenharia Eletrônica
Departamento de Engenharia Mecânica (DMEC)	Bacharelado em Engenharia Mecânica
Departamento de Engenharia Química (DEQ)	Bacharelado em Engenharia Química Bacharelado em Química Industrial
Departamento de Estatística e Ciências Atuariais (DECAT)	Bacharelado em Estatística Bacharelado em Ciências Atuariais
Departamento de Física (DFI)	Licenciatura em Física <sup>19</sup> Bacharelado em Física Bacharelado em Física hab. em Física Médica Bacharelado em Física Médica Bacharelado em Física hab. Astrofísica Bacharelado em Astronomia
Departamento de Geologia (DGEOL)	Bacharelado em Geologia
Departamento de Matemática (DMA)	Bacharelado em Matemática Licenciatura em Matemática <sup>20</sup> Bacharelado em Matemática Aplicada e Computacional
Departamento de Química (DQI)	Bacharelado em Química Licenciatura em Química <sup>21</sup> Bacharelado em Química Tecnológica
Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA)	Bacharelado em Engenharia de Alimentos
Núcleo de Graduação em Engenharia de Petróleo (NUPETRO)	Bacharelado em Engenharia de Petróleo

**Fonte:** SIGAA/UFS (Acesso em: 12 jul. 2018)

É competência do CCET a formulação do Plano Setorial, visando a integração das atividades de ensino, pesquisa e extensão. Além de, implementar, coordenar e gerir as atividades vinculadas aos seus Departamentos, viabilizando estudos, seminários e outras ações com os corpos docente e discente dos respectivos departamentos.

<sup>19</sup> Na modalidade a Distância, o curso é ofertado nos municípios de: Arauá, Areia Branca, Estância, Japaratuba, Lagarto, Laranjeiras, Nossa Senhora da Glória, Poço Verde, Propriá e São Domingos.

<sup>20</sup> Na modalidade a Distância, o curso é ofertado nos municípios de: Arauá, Areia Branca, Brejo Grande, Carira, Estância, Japaratuba, Lagarto, Laranjeiras, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora das Dores, Poço Verde, Porto da Folha, Propriá e São Domingos.

<sup>21</sup> Na modalidade a Distância, o curso é ofertado nos municípios de: Arauá, Areia Branca, Estância, Japaratuba, Lagarto, Laranjeiras, Nossa Senhora da Glória, Poço Verde, Propriá e São Domingos.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia tem o papel de trilhar um caminho de investigação científica para sanar problemas de cunho prático ou teórico (VERGARA, 2009). Logo, neste capítulo foram apresentados os procedimentos metodológicos – métodos e técnicas – que viabilizaram a execução da pesquisa e o alcance dos objetivos propostos.

Este capítulo apresenta os seguintes elementos: a caracterização e o método de pesquisa utilizado; as questões de pesquisa; os critérios para a escolha do caso; as fontes de evidência, o universo e a amostra; o instrumento de coleta de dados; as categorias e elementos de análise; e por fim, os critérios de validade e confiabilidade, a unidade de análise e as técnicas de análise de dados.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Quanto à natureza de pesquisa, o presente estudo é uma investigação aplicada, pois possui finalidade prática na solução de um problema específico (VERGARA, 2009). Com relação a abordagem do problema, a pesquisa é mista, envolvendo aspectos quantitativos e qualitativos, objetivando aprofundar a compreensão e a corroboração de determinado fenômeno (MARTINS; THEÓPHILO, 2009).

A pesquisa quantitativa é caracterizada pela utilização da quantificação na coleta, tratamento e análise dos dados, por meio de técnicas estatísticas e matemáticas, com o intuito de descrever numericamente tendências, opiniões ou atitudes acerca de determinada população. A partir do estudo de uma amostra é possível fazer generalizações acerca da dessa população (MARTINS; THEÓPHILO, 2009). Já a pesquisa qualitativa tem como princípio analisar e elucidar aspectos mais intrínsecos, permitindo descrever detalhadamente investigações, atitudes e tendências de comportamento, buscando interpretar e compreender as relações acerca da complexidade do problema sem o uso de recursos estatísticos (MARCONI; LAKATOS, 2009).

Logo, a investigação qualitativa debruça-se sobre a compreensão dos processos e significados de uma organização, grupo social e etc. de modo a entender suas particularidades, em contrapartida à investigação quantitativa que preza pela representatividade por meio de mensurações (GIL, 2008).

A narrativa, o estudo de caso e a etnografia são alguns dos tipos de abordagens qualitativas, enquanto o levantamento e o experimento são abordagens quantitativas que

atendem às premissas de uma investigação qualitativa e quantitativa respectivamente. (CRESWELL, 2007; MARTINS; THEÓPHILO, 2009)

Quanto aos objetivos, esta pesquisa consiste numa investigação exploratória, pois “é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado” (VERGARA, 2009, p. 42), que é o caso da problemática aqui proposta, uma vez que, nas plataformas que condensam as produções científicas, por exemplo, plataforma CAPES/CNPq<sup>22</sup>, não foram encontradas produções que abordem as tecnologias digitais da quarta revolução industrial no âmbito da formação profissional. É também classificada como descritiva, a qual caracteriza-se pela observação, catalogação e análise de fenômenos que decorrem da vida social, econômica e de outros cenários da conduta humana, sem que haja a intervenção do pesquisador (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

No processo descritivo, realiza-se a identificação, o registro e a interpretação de características, variáveis ou outros aspectos correlacionados com o fenômeno investigado (MARTINS; THEÓPHILO, 2009). Acrescenta-se que a pesquisa descritiva “não tem compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação” (VERGARA, 2009, p. 42). Insere-se nessa classificação a pesquisa de opinião por exemplo.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos optou-se pela pesquisa bibliográfica, e o estudo de caso. A pesquisa bibliográfica é “necessária para a condução de qualquer pesquisa científica [...] visando a construção da plataforma teórica do estudo” (MARTINS; THEÓPHILO, 2009, p. 54). Consiste numa investigação sistematizada que tem como subsídio o uso de material acessível ao público em geral, tais como livros, periódicos, anais de congresso, redes eletrônicas, enciclopédias e afins. Ou seja, provê material analítico relevante para qualquer outro tipo de pesquisa (VERGARA, 2009).

O estudo de caso “trata-se de uma investigação empírica que pesquisa fenômenos dentro de seu contexto real (pesquisa naturalística), [...] buscando apreender a totalidade de uma situação e, criativamente, descrever, compreender e interpretar a complexidade de um caso concreto” (MARTINS; THEÓPHILO, 2009, p. 62). Para Yin (2010), consiste num método abrangente que pode envolver o estudo de um único ou múltiplos casos, compreendendo o planejamento, coleta e análise de dados.

---

<sup>22</sup> Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

No caso desta pesquisa, pretende-se estudar um único, qual seja o CCET/UFS, especificamente, acerca do uso das tecnologias digitais da Indústria 4.0 na formação profissional.

#### 4.2 QUESTÕES DE PESQUISA

As questões de pesquisa consistem em questionamentos, os quais o estudo buscará responder por meio da coleta e análise de dados (CRESWELL, 2007). Considerando os objetivos geral e específicos propostos no presente estudo, formulou-se as seguintes questões:

- a) Qual o perfil do Centro de Ciências Exatas e Tecnologias (CCET) da UFS?
- b) Qual o perfil dos docentes e discentes do CCET/UFS que participaram da pesquisa?
- c) Quais a(s) metodologia(s) de ensino utilizada(s) pelos docentes do CCET/UFS?
- d) Quais as tecnologias digitais da Indústria 4.0 descritas na literatura estudada?
- e) Quais as tecnologias digitais características da Indústria 4.0 utilizadas na formação profissional do CCET/UFS?
- f) Quais os impactos da implementação dessas tecnologias digitais no aperfeiçoamento formação profissional do CCET/UFS?

#### 4.3 FONTES DE EVIDÊNCIAS

A coleta de dados é uma etapa essencial para alcançar os objetivos propostos nessa pesquisa. Para Martins e Theóphilo (2009), se a coleta de dados não for adequadamente planejada, a pesquisa do estudo de caso pode ficar comprometida, pondo em risco a qualidade da investigação realizada e conseqüentemente a apresentação dos resultados. O processo de coleta de dados deve ser realizado pelo pesquisador-autor, visto que o mesmo “terá mais condições de, continuamente, estar pensando e agindo na busca de relações entre a questão da pesquisa que se deseja responder, as proposições (teoria preliminar) que carecem de demonstrações e a coleta dos dados e evidências” (MARTINS; THEÓPHILO, 2009, p. 65).

A pesquisa faz uso de fontes primárias e secundárias. As fontes primárias compreendem as informações originais “coletados em primeira mão, como pesquisa de campo, testemunho oral, depoimentos, entrevistas, questionários, laboratórios” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 80). Enquanto as fontes secundárias consistem em informações filtradas e organizadas baseadas em relatórios, jornais, livros, revistas, dentre outras fontes.

Para tanto, a fonte de evidência utilizada no presente estudo foi a aplicação de questionários e exploração de informações em relatórios, livros e artigos de periódicos e anais de eventos.

A análise de documentos e as outras técnicas aqui abordadas possuem sua importância ao dar subsídio para interpretação do problema e a construção de uma compreensão que venha a solucioná-lo (MARCONI; LAKATOS, 2009).

Neste caso, foi aplicado questionários com docentes e discentes dos 8 Departamentos do CCET/UFS envolvidos no estudo e análise de documentos, livros, artigos e relatórios produzidos pela CNI e outros órgãos de consultoria que versam sobre a temática.

#### 4.4 UNIVERSO E AMOSTRA

Geralmente, as pesquisas abrangem um conjunto de elementos muito grande, sendo difícil o estudo da sua totalidade. Dessa forma, o mais comum é trabalhar com uma amostra desse conjunto.

O universo ou população de uma pesquisa é definido como um “conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum” (MARCONI; LAKATOS, 2009, p. 27). Acrescenta-se que “comumente fala-se de população como referência ao total de habitantes de determinado lugar” (GIL, 2008, p. 89). Já a amostra, consiste em um subconjunto desse universo ou população, através do qual é possível estimar as características desse conjunto maior (GIL, 2008).

Dessa forma, determinou-se que o universo da pesquisa é composto pelos departamentos que compõem o CCET da UFS, totalizados em 15, com recorte de 08 departamentos que envolvem cursos das engenharias. É necessário mencionar que esse filtro foi realizado considerando-se a pesquisa Sondagem Espacial Indústria 4.0 da CNI (2016). Entre outros aspectos, a pesquisa mostrou os setores, no Brasil, que mais aplicam tecnologias em seus processos e/ou utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais da Indústria 4.0. No que se refere ao setor, os dados mostraram que, há uma variação de acordo com o grau de proximidade com as tecnologias. Os setores que mais aplicam tecnologias em seus processos são: Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos (61%) Máquinas, aparelhos e materiais elétricos (60%) e Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis (53%). Sendo assim, a proximidade dos cursos com esses setores justifica a seleção dos 8 departamentos envolvidos no presente estudo.

O público-alvo da pesquisa é composto por docentes e discentes que compõem esses departamentos, para os quais foram aplicados questionários estruturados. Após o filtro, a configuração do *locus* da pesquisa ficou estabelecido como mostra o Quadro 7.

**Quadro 7** – *Locus* de pesquisa (após o filtro)

DEPARTAMENTO	CURSOS	QUANTIDADE DE DOCENTES	QUANTIDADE DE ALUNOS
Dep. de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM)	Engenharia de Materiais	14	207
Dep. de Computação (DCOMP)	Ciência da Computação	33 (Dos quais 3 são substitutos)	443
	Engenharia de Computação		261
	Sistemas de Informação		235
Dep. de Engenharia Elétrica (DEL)	Engenharia Elétrica	13 (Dos quais 2 são substitutos)	244
	Engenharia Eletrônica		254
Dep. de Engenharia de Produção (DEPRO)	Engenharia de Produção	19	257
Dep. de Engenharia Química (DEQ)	Engenharia Química	12	288
	Química Industrial		159
Dep. de Engenharia Mecânica (DMEC)	Engenharia Mecânica	20 (Dos quais 3 são substitutos)	296
Dep. de Tecnologia de Alimentos (DTA)	Engenharia de Alimentos	13	193
Núcleo de graduação em Engenharia de Petróleo (NUPETRO)	Engenharia de Petróleo	9 (Dos quais 1 é substituto)	248
<b>8</b>	<b>12</b>	<b>133</b>	<b>3.085</b>

Fonte: SIGAA/UFS (Acesso em: 12 jul. 2018).

Conforme aponta Gil (2008, p. 91), “os tipos de amostragem probabilísticas mais usuais são: aleatória simples, sistemática, estratificada, por conglomerado e por etapas. Dentre os tipos de amostragem não probabilística, os mais conhecidos são: por acessibilidade, por tipicidade e por cotas”.

As amostras são caracterizadas como amostras não probabilísticas e por acessibilidade, visto que não apresentam fundamentalmente critérios estatísticos ou matemáticos. Na amostragem por acessibilidade, seleciona-se “os elementos a que tem acesso, admitindo que estes possam [...] representar o universo” (GIL, 2008, p. 94). Dessa

forma, a primeira amostra é formada por 20 docentes e a segunda por 67 discentes, os quais se dispuseram a responder aos questionários.

#### 4.5 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Existem diversas técnicas de pesquisa como entrevistas, observação, coleta documental, formulários, questionários e etc., que objetivam a coleta de dados (MARCONI; LAKATOS, 2009).

O instrumento de coleta de dados deste estudo é o questionário que é uma “técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, [...] etc.” (GIL, 2008, p. 121). Essa ferramenta possui vantagens se comparado com a entrevista por exemplo, como o alcance de um maior número de respondentes pela facilidade de compartilhamento, baixos custos, e a garantia do anonimato dos participantes, além de não os expor à influência de outras opiniões. Em contrapartida, não oferece garantia quanto a devolução dos questionários devidamente respondidos e impede que os respondentes tirem dúvidas quanto a falta de clareza de algumas questões, comprometendo a amostra e a qualidade das respostas (GIL, 2008).

O questionário para a amostra de docentes é constituído por 2 questões abertas, 18 fechadas e 2 dependentes, totalizando 22 questões, enquanto o questionário dos discentes possui apenas questões fechadas num total de 17, como pode ser visto nos Apêndices A e B. Foram aplicados entre o final do primeiro e início do segundo semestre de 2018, principalmente, por meio dos *e-mails* enviados para os alunos e professores através do SIGAA com o auxílio dos secretários dos Departamentos envolvidos e dos endereços eletrônicos disponíveis no site institucional da UFS, além do compartilhamento através das redes sociais, como o *Facebook*.

Os questionamentos abertos proporcionam liberdade para que os respondentes escrevam suas próprias respostas, tendo como vantagem a obtenção de maiores informações acerca da questão. Porém, nem sempre as respostas disponibilizadas são relevantes para o estudo, além de exigir maior tempo para tabulação e análise. As perguntas fechadas, possibilitam ao respondente escolher uma alternativa fornecida pelo autor, conferindo maior uniformidade às respostas, facilidade de aplicação e análise estatística. Em contrapartida, as respostas podem dispor de informações reduzidas que possibilitem concluir de forma simplificada (GIL, 2008; HILL; HILL, 2012). Quanto as questões dependentes, “há perguntas

que só fazem sentido para alguns respondentes” (GIL, 2008, p. 123), pois dependem obrigatoriamente de uma resposta anterior.

Na elaboração das questões fechadas, optou-se pela utilização das escalas do tipo Likert, de cinco pontos, e *Phrase Completion*. Desenvolvida por Rensis Likert, “a escala de verificação de Likert consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância” (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014, p. 05), como pode ser visto na Tabela 1. Tendo como vantagem a simplicidade do manuseio, considerando a facilidade de o respondente emitir um grau de concordância sobre determinada questão.

**Tabela 1** – Exemplo da Escala Likert de cinco pontos

<b>O uso de tecnologias digitais contribui para o aperfeiçoamento da formação profissional.</b>				
1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

Já a escala *Phrase Completion* foi desenvolvida por Hodge e Gillespie com um padrão de mensuração de 11 pontos (0 a 10), onde “o 0 tem associação com a ausência de atributo, enquanto o 10 tem relação com a intensidade máxima de sua presença” (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014, p. 06), como pode ser visto na Tabela 2.

**Tabela 2** – Exemplo da Escala *Phrase Completion*

<b>De zero a dez, qual a sua proximidade com a temática Indústria 4.0?</b>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Baixa intensidade			Intensidade moderada					Alta intensidade		

**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

A intensidade do construto é mensurada na própria escala, sendo de fácil interpretação por parte do respondente, uma vez que, essa referência de escala é mais familiar às pessoas (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014).

#### 4.6 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO CASO

Como visto, as revoluções industriais surgem a partir da intervenção de novas técnicas que transformam os meios produtivos. E a área de conhecimento das engenharias é uma das principais áreas que lidam cotidianamente com tecnologias digitais na atuação profissional,

sendo uma das áreas mais propícias a alavancar a inovação e competitividade da indústria. Visto que, “as condições do ensino de engenharia ocupam, portanto, um lugar central nas discussões que envolvem a formulação e a execução de estratégias de desenvolvimento industrial” (CNI, 2018a, p. 13). Além disso, segundo a Resolução CNE/CES 11/2002, faz parte do perfil dos profissionais dessa área a capacidade de absorver e desenvolver novas tecnologias (BRASIL, 2002). Neste sentido, o CCET/UFS condensa cursos relevantes para o aprofundamento da temática.

#### 4.7 CATEGORIAS E ELEMENTOS DE ANÁLISE

Considerando a revisão de literatura e a estratégia de estudo de caso, foram definidas as categorias e elementos de análise, conforme apresentado no Quadro 8.

**Quadro 8** – Categorias e elementos de análise da pesquisa

QUESTÃO DE PESQUISA	CATEGORIAS DE ANÁLISE	ELEMENTOS DE ANÁLISE
Qual o perfil do Centro de Ciências Exatas e Tecnologias (CCET) da UFS?	Caracterização do <i>locus</i> de pesquisa	Localização
		Público-alvo
		Áreas de atuação (cursos)
		Modalidades de ensino
		Departamentos (Campi e Centros)
		Objetivos gerais
Qual o perfil dos docentes e discentes do CCET/UFS que participaram da pesquisa?	Perfil dos respondentes	Sexo
		Departamento vinculado
		Tempo de trabalho na instituição (docente)
		Período (discente)
		Maior titulação (docente)
		Proximidade com a temática Indústria 4.0
Quais a(s) metodologia(s) de ensino utilizada(s) pelos docentes do CCET/UFS?	Metodologia de ensino-aprendizagem	Metodologia de ensino
		Inovação no ensino
Quais as tecnologias digitais da Indústria 4.0?	Tecnologias digitais	<i>Big Data</i> e <i>Analytics</i> ; Robôs autônomos e automação; Modelagem e Simulação; Integração Horizontal e Vertical do Sistema; Internet das Coisas; Cibersegurança; Nuvem; Fabricação Aditiva; Realidade aumentada.
Quais as tecnologias digitais características da Indústria 4.0 utilizadas na formação profissional do CCET/UFS?	Tecnologias digitais usadas no CCET/UFS	<i>Big Data</i> e <i>Analytics</i> ; Robôs autônomos e automação; Modelagem e Simulação; Integração Horizontal e Vertical do Sistema; Internet das Coisas; Cibersegurança; Nuvem; Fabricação Aditiva; Realidade aumentada.
		Ambiente de utilização
		Satisfação com a utilização
		Nível de preparação para utilizar
		Adequação do currículo com base na Resolução

		CNE/CES 11/2002
		Importância da utilização para a formação profissional
Quais os impactos da implementação dessas tecnologias digitais no aperfeiçoamento formação profissional do CCET/UFS?	Impactos do uso das tecnologias digitais na formação profissional	Benefícios do uso das tecnologias digitais na formação profissional.
		Desafios do uso das tecnologias digitais na formação profissional.

**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

#### 4.8 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

De modo a buscar a essência presente nos dados, informações e evidências detalhadamente, utilizou-se como técnica a Análise Descritiva dos dados que, por meio de métodos de Estatística Descritiva, permitiu “organizar, resumir e descrever os aspectos importantes de um conjunto de características observadas ou comparar tais características entre dois ou mais conjuntos” (REIS; REIS, 2002, p. 05).

Após coletar os dados, os mesmos foram tabulados, organizados e categorizados de modo a permitir uma análise mais sistemática, por meio da análise da escala. Dessa forma, buscou-se averiguar o ponto de vista dos docentes e discentes do CCET/UFS acerca da contribuição do uso das tecnologias digitais da Indústria 4.0 no aperfeiçoamento da formação profissional, a partir das frequências absolutas e relativas das variáveis quantitativas e qualitativas. Os dados obtidos foram analisados com o auxílio da ferramenta de cálculo Microsoft Excel, possibilitando a elaboração de gráficos, tabelas e outros recursos visuais para dar subsídio a compreensão dos dados. Pontua-se que, para as questões abertas, as respostas foram transcritas e agrupadas por nível de semelhança, sendo transcritas no trabalho aquelas mais representativas da categoria de modo a permitir a compreensão das mensagens.

## 5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Analisar e interpretar são processos distintos e complementares: a análise objetiva organizar e resumir os dados com o intuito de buscar respostas para solucionar o problema proposto na investigação; e a interpretação tem por objetivo a busca pelo sentido mais amplo das respostas por meio das relações com outros conhecimentos obtidos anteriormente (GIL, 2008). No presente capítulo são apresentadas as análises e interpretações dos dados coletados a partir dos questionários aplicados junto aos docentes e discentes dos 8 Departamentos do CCET/UFS envolvidos na pesquisa sobre o uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional.

### 5.1 ÓTICA DOS DOCENTES

A seguir são apresentadas as análises a partir da ótica dos 20 docentes participantes.

#### 5.1.1 Perfil dos docentes respondentes

Os indicadores utilizados para caracterizar o perfil dos docentes envolvidos no estudo foram: sexo, titulação, tempo de atuação na instituição e departamento ao qual se está vinculado. A Tabela 3 apresenta as variáveis analisadas e o percentual das respostas apresentadas para cada indicador.

**Tabela 3** – Perfil dos docentes respondentes

INDICADOR	ALTERNATIVA	QUANTIDADE	PERCENTUAL
SEXO	Masculino	16	80%
	Feminino	4	20%
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
MAIOR TITULAÇÃO	Especialista	-	-
	Mestre (a)	1	5%
	Doutor (a)	19	95%
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
TEMPO DE TRABALHO NA INSTITUIÇÃO	Menos de 01 ano	1	5%
	Entre 01 e 05 anos	3	15%
	Entre 05 e 10 anos	10	50%
	Entre 10 e 20 anos	5	25%

	Mais de 20 anos	1	5%
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>
DEPARTAMENTO	DCEM	2	10%
	DCOMP	2	10%
	DEL	2	10%
	DEPRO	4	20%
	DEQ	3	15%
	DMEC	3	15%
	DTA	4	20%
	NUPETRO	-	-
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

De acordo com os dados, dos oito departamentos selecionados para o estudo, sete contribuíram com a pesquisa, com maior adesão dos Departamentos de Engenharia da Produção (DEPRO) e Tecnologia de Alimentos (DTA), tendo uma representatividade de 40% no total. 15% dos respondentes são do Departamento de Engenharia Química (DEQ) e 15% são do Departamento de Engenharia Mecânica (DMEC). Os Departamentos de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM), Computação (DCOMP) e Engenharia Elétrica (DEL) tiveram uma representatividade de 10% cada. Não houve respondentes do Núcleo de Engenharia de Petróleo (NUPETRO), o que inviabilizou a análise a partir da sua visão, limitando as respostas aos demais departamentos.

Conforme o indicador maior titulação, 95% dos docentes possuem doutorado, enquanto 5% possui mestrado, nenhum dos respondentes possui apenas especialização. Quanto ao tempo de atuação desses profissionais na instituição, 50% atuam entre 5 e 10 anos, 25% entre 10 e 20 anos e 15% atuam entre 01 e 05 anos. Quanto ao indicador sexo, 80% dos respondentes são homens e 20% são mulheres.

Os dados revelam que a área das engenharias ainda prevalece majoritariamente o sexo masculino, tendo pouca inserção das mulheres<sup>23</sup>. Quanto a titulação, cabe afirmar como fator positivo a predominância de doutores, sendo o grau acadêmico maior, com experiência em pesquisas científicas. Nesse sentido, a pesquisa revelou ainda as principais áreas de especialização dos docentes, quais sejam: Engenharia Química; Engenharia Mecânica; Engenharia de Materiais; Engenharia Informática; Ciência e Engenharia de Materiais; Ciência

<sup>23</sup> Pesquisas do Censo da Educação Superior revelaram que o percentual de homens e mulheres que concluíram cursos nas áreas das engenharias em 2015 foram: 70,7% e 29,3% respectivamente.

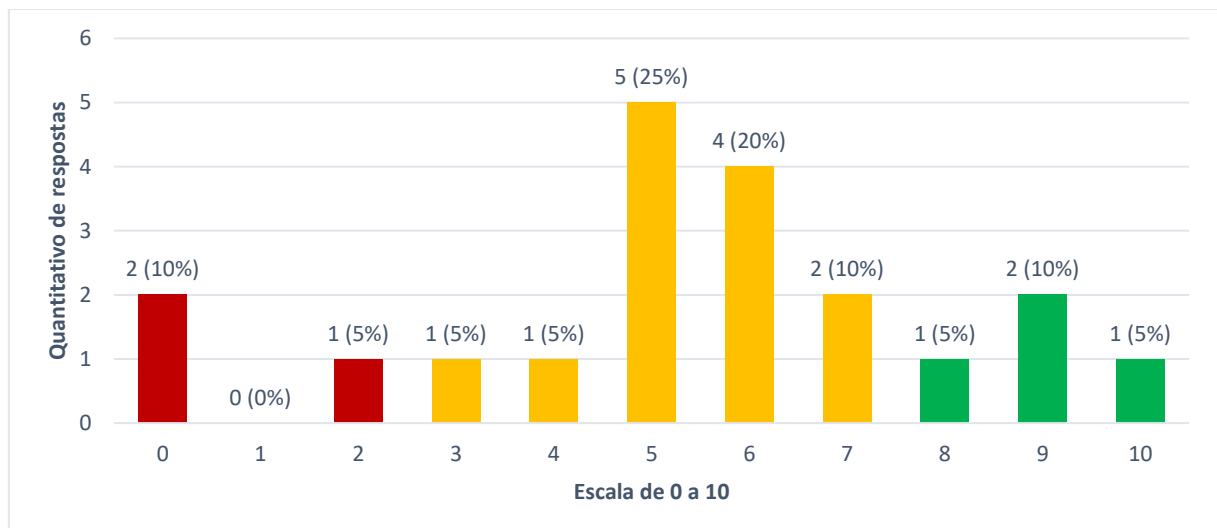
de Alimentos; Ciência da Propriedade Intelectual; Informática e Educação; Interface Humano Computador; Inovação tecnológica e empreendedorismo e ergonomia; Modelagem, simulação e otimização de processos químicos; Energia; Robótica e Instrumentação Eletrônica; Biotecnologia; Gestão de serviços; Elétrica; Estimação de parâmetros; Biotecnologia; Processos de Fabricação e processamento de vegetais. Pode-se inferir que todas as especializações apresentadas versam, de uma maneira ou de outra, com a discussão das tecnologias da Indústria 4.0.

### 5.1.2 Contato dos docentes com as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0

Esta seção apresenta as análises acerca do contato que os docentes têm com a temática Indústria 4.0 e a percepção sobre alguns elementos que auxiliam no uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

Tomando por base a escala *Phrase Completion*, os dados mostram que dos 20 docentes, 13 possuem uma proximidade mediana com a temática em questão, apresentando um percentual de 65% das respostas registradas. 20% possuem uma proximidade muito significativa, enquanto apenas 15% apresenta pouca proximidade, como pode ser visto no Gráfico 1.

**Gráfico 1** – Proximidade dos docentes com a temática Indústria 4.0



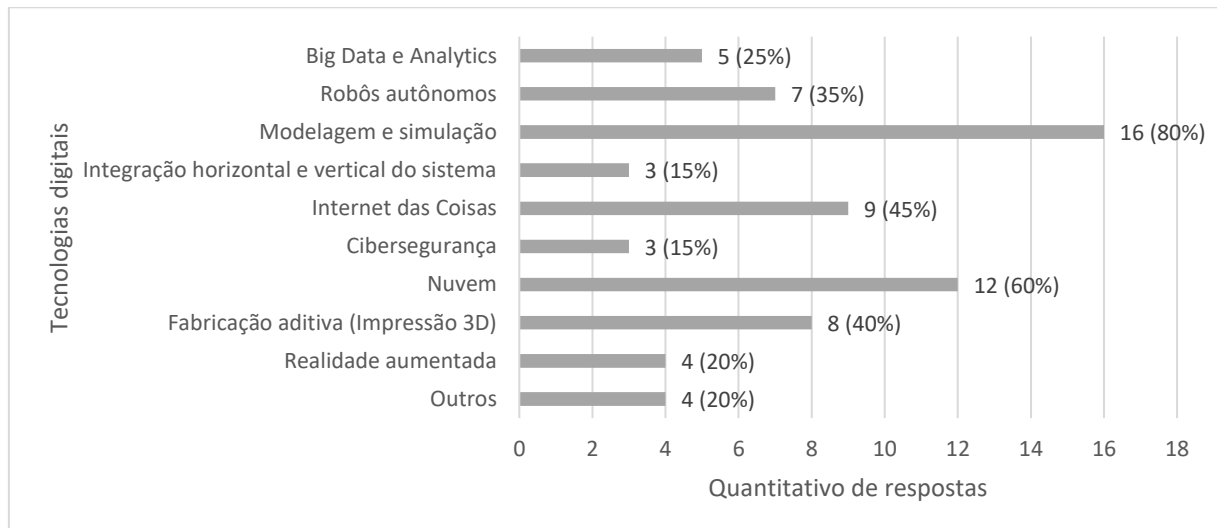
**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

Essa expressiva aproximação pode ser relacionada com as áreas de especialização dos docentes, onde todos possuem titulação em áreas das engenharias que, de modo geral, se aproximam da temática das tecnologias. Além disso, faz parte da formação dos engenheiros

desenvolver o perfil “[...] generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a **absorver e desenvolver novas tecnologias**, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas [...]” (BRASIL, 2002, p. 01, grifos nossos), previsto no artigo 3º da Resolução CNE/CES 11/2002<sup>24</sup>.

Com relação ao conhecimento dos docentes acerca das tecnologias digitais representativas da Indústria 4.0, as tecnologias mais conhecidas são: Modelagem e simulação (80%), Processamento em Nuvem (60%), Internet das Coisas (45%), Fabricação aditiva (40%) e Robôs autônomos (35%). Já *Big Data e Analytics* (25%), Realidade aumentada (20%), Integração horizontal e vertical do sistema (15%) e Cibersegurança (15%) são as tecnologias digitais menos conhecidas pelos docentes<sup>25</sup> como mostra o Gráfico 2.

**Gráfico 2** – Conhecimento e/ou uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 pelos docentes



**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

Modelagem e simulação aparece com maior destaque entre os docentes, pois esta tecnologia faz parte do cotidiano profissional por integrar o espaço físico e virtual, além de criar projeções digitais da realidade seja em sala de aula, seja nas pesquisas científicas. Os docentes também destacaram as nuvens, pois as mesmas são utilizadas a todo momento no fazer profissional e pessoal, pois permitem o processamento e armazenamento de informações, além da facilidade do acesso em qualquer lugar. Nesse sentido, Albertin et al. (2017) afirmaram que a simulação e a internet das coisas já estão sendo implementadas nas

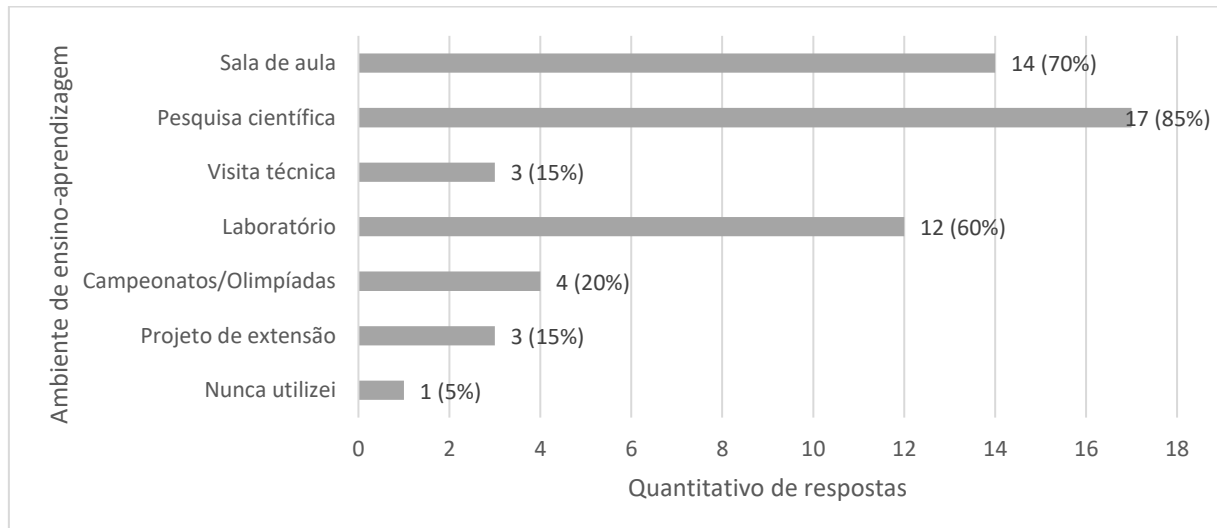
<sup>24</sup> Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

<sup>25</sup> Na categoria “Outros” foram mencionadas as seguintes tecnologias: CSCL (1 respondente – 5%), Arquitetura de software para cidades inteligentes (1 respondente – 5%), Percepção e sensoriamento (1 respondente – 5%) e um respondente não conhece nenhuma das tecnologias digitais (5%).

indústrias, porém, a integração horizontal e vertical de sistemas ainda faz parte de uma realidade distante, o que pode justificar o maior conhecimento dos docentes em relação a essas primeiras tecnologias e o pouco conhecimento dessa última.

Quanto aos ambientes em que os docentes já utilizaram alguma dessas tecnologias, grande parte utilizou em Pesquisa científica, Sala de aula e Laboratório, tendo representatividade de 85%, 70% e 60% respectivamente. As produções científicas desenvolvidas através de pesquisas em laboratórios são elaboradas em estruturas com alta tecnologias, espaços onde os pesquisadores podem fazer experimentos. Os ambientes onde menos utilizaram algumas dessas tecnologias foram Campeonatos/Olimpíadas (20%), Visita técnica (15%) e Projeto de extensão (15%). Apenas 5% dos respondentes nunca utilizaram alguma das tecnologias associadas à Indústria 4.0, como pode ser visto no Gráfico 3.

**Gráfico 3** – Ambiente em que os docentes já utilizaram alguma das tecnologias digitais na formação profissional



**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

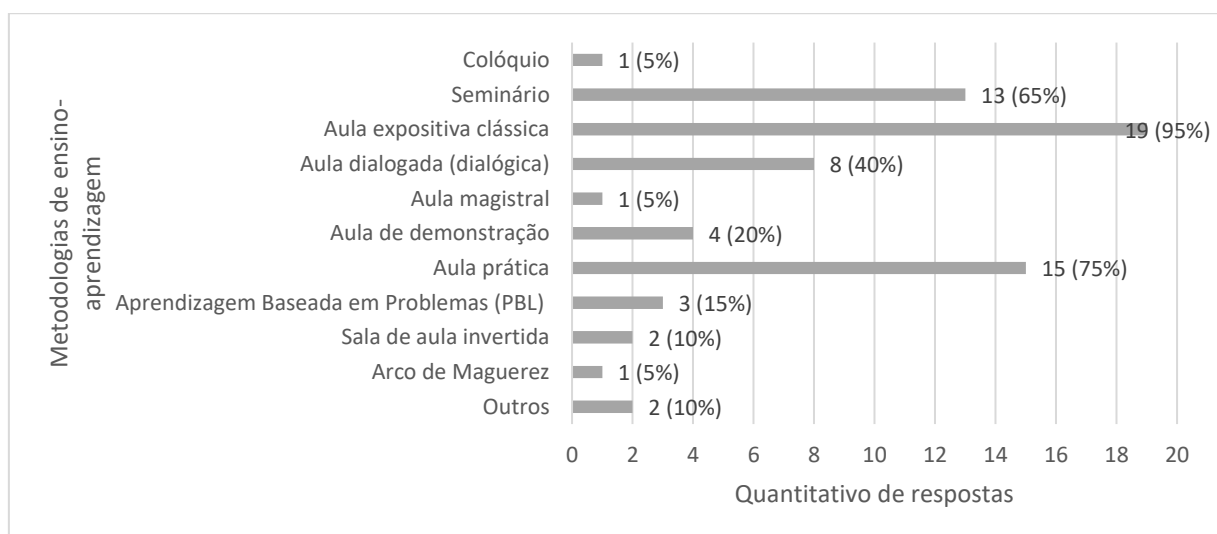
A CNI (2018a, p. 27) reforça o apoio para a “[...] criação e utilização de laboratórios de ensino de melhores práticas, para possibilitar a imersão de professores de engenharia e diretores de escolas em experiências concretas (com laboratórios, metodologias e ferramentas de ensino mais atuais) [...]”. Vale ressaltar que, conforme os dados do Plano de Desenvolvimento Institucional da UFS 2016-2020, as condições de funcionamento dos laboratórios, oficinas e espaços experimentais da UFS obteve dimensão crítica na avaliação dos docentes, uma vez que entre 58 e 69% dos docentes avaliaram com nota até 5 para esses casos (UFS, 2016). O que serviu de alerta para a instituição em termos de desenvolvimento e manutenção dos espaços de estudo, visto que uma das ações para contornar essa situação até

2020 inclui “estabelecer plano de modernização dos laboratórios de ensino” para o Campus São Cristóvão (UFS, 2016, p. 94).

Ainda que grande parte dos docentes tenham utilizado algumas das tecnologias expressivamente em pesquisas, como mostra os dados, quando questionados sobre o desenvolvimento de pesquisas envolvendo a Indústria 4.0, 85% dos docentes responderam que nunca desenvolveram pesquisa científica sobre a temática. Os 15% restantes já desenvolveram pesquisas nas áreas de: Modelagem e Simulação (Docente A); Smart CITY/UFS, Hackathon/UFS, Hackathon/Carmelita, HackaTruck, I e II Simpósio de Engenharia de Software (SES)/UFS; InovaAju (com a prefeitura de Aracaju); participação em projetos do INES/INCT nacional para Engenharia de Software; EATIS.org (organização de conferências nas Américas e na Europa), Montagem de Single Board Computer e automação de ares condicionados de uma das didáticas da UFS (Docente B); Robótica móvel e Manipuladores (Docente C).

De acordo com o Gráfico 4, os dados revelam expressivamente que 95% dos docentes utilizam como principal metodologia de ensino a Aula expositiva clássica, seguida da Aula prática (75%) e Seminário (65%). 40% dos docentes utilizam a metodologia de Aula dialogada, 20% Aula de demonstração e 15% Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). As demais metodologias são pouco expressivas: Sala de aula invertida (10%), Colóquio (5%), Aula magistral (5%) e Arco de Magueréz (5%).

**Gráfico 4** – Metodologias utilizadas pelos docentes no processo de ensino-aprendizagem



**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

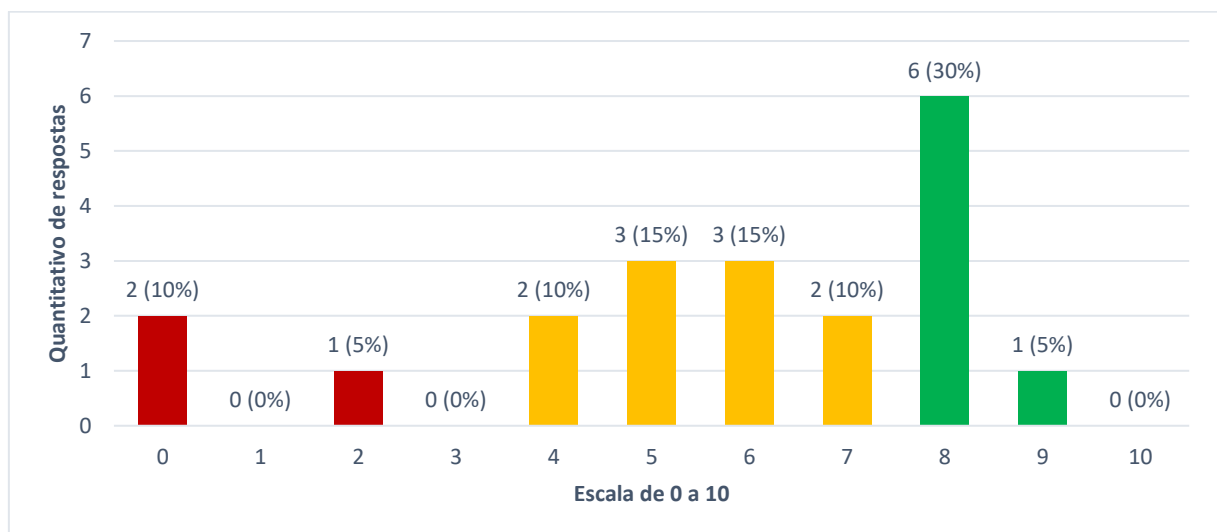
Isso revela que a formação profissional das engenharias ainda está enraizada nos métodos tradicionais de ensino, que geralmente tem pouca utilização prática de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem e a baixa valorização das metodologias ativas no incentivo à diminuição do distanciamento entre a teoria e a prática. O que contrapõe o que foi visto durante as discussões acerca do ensino no contexto da quarta revolução industrial, visto que foi possível inferir, a partir de Silva et. al (2017), Lorenz et. al (2015) e Barbosa e Moura (2004) por exemplo, que as metodologias ativas atreladas as novas tecnologias, enquanto processo de ensino-aprendizagem, modernizam os sistemas tradicionais e se mostram mais adequadas para a formação do trabalhador no contexto da quarta revolução. Além disso, contradiz o que afirma a CNI (2018a), que a PBL é uma das principais metodologias empregadas na engenharia, assim como a sala e aula invertida.

Pontua-se que uma das mesopolíticas sob a coordenação dos Diretores de Centro da UFS/São Cristóvão no que tange a Qualidade e desempenho acadêmico, conforme o PDI/UFS 2016-2020, é “incorporar novas metodologias e recursos didáticos que auxiliem na transmissão de conhecimento” (UFS, 2016, p. 94).

Esse dado é interessante ao contrapor com a proximidade e conhecimento dos docentes acerca das tecnologias digitais, conforme os gráficos acima, o que revela que os mesmos conhecem as tecnologias, mas pouco se aplica na formação profissional.

Sobre o nível de satisfação dos docentes com a utilização de tecnologias 4.0 no cotidiano profissional, a pesquisa expôs que: 50% estão razoavelmente satisfeitos, 35% estão muito satisfeitos, enquanto 15% estão pouco satisfeitos, como mostra o Gráfico 5.

**Gráfico 5** – Nível de satisfação dos docentes com a utilização de tecnologias digitais na formação profissional



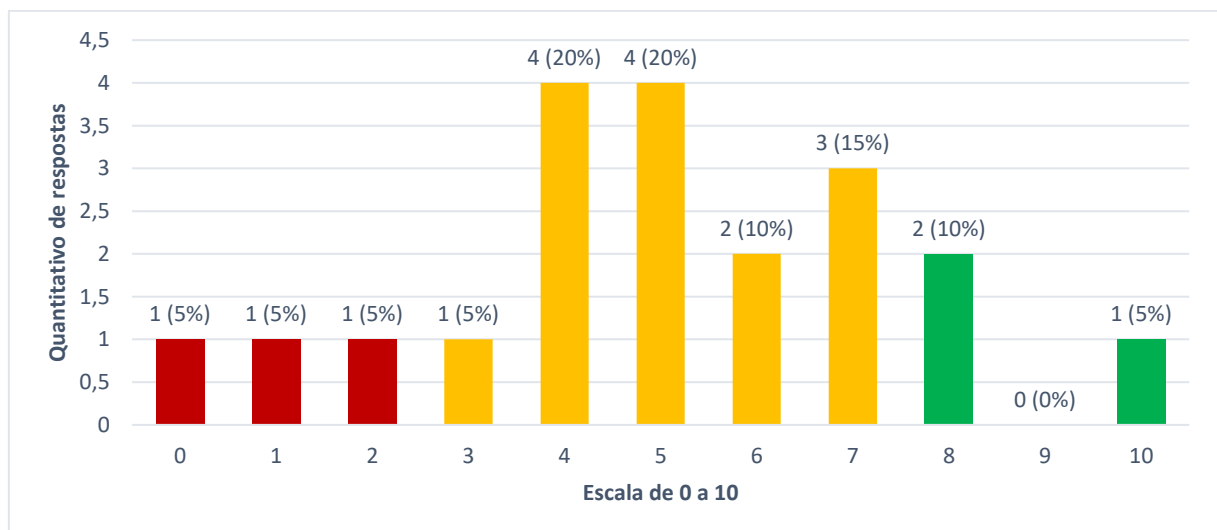
Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Esse apresenta-se como um dado crítico ao contrapor com o nível do uso das tecnologias digitais pelos docentes, uma vez que, embora a utilização das tecnologias seja baixa, a parcela daqueles que estão satisfeitos ainda sim é expressiva. O que demonstra uma inconsistência e distanciamento entre o que foi dito e o que é praticado.

A pesquisa também questionou sobre a importância do uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem: 75% dos docentes consideram muito importante o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem e os 25% restantes consideram razoavelmente importante. O que reforça que, embora as controvérsias em relação as metodologias de ensino-aprendizagem e o uso das tecnologias digitais, há uma consciência sobre a importância das tecnologias no ensino e formação profissional, mesmo que a utilização desses recursos se acentue mais no plano teórico. Ressaltando que, “equipamentos são importantes, mas é fundamental que venham acompanhados de práticas pedagógicas que possibilitam vivências significativas, respeitando docentes e alunos” GAROFALO (2010, n.p.).

A pesquisa também mediu o nível de preparação dos docentes com relação ao uso das tecnologias digitais na formação profissional, conforme o Gráfico 6.

**Gráfico 6** – Nível de preparação dos docentes para utilizar as tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem



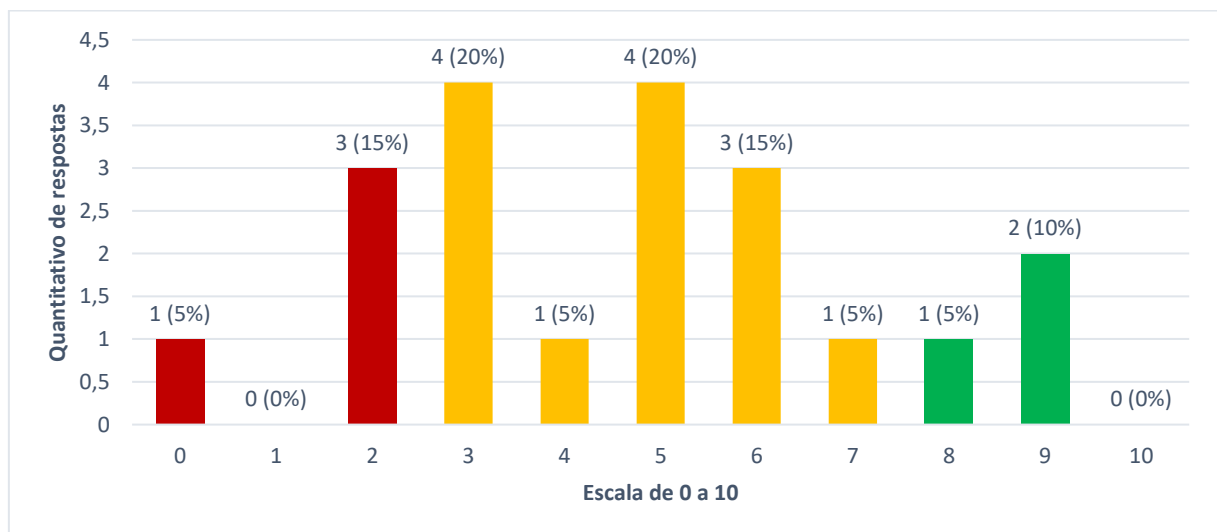
Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Os dados expressaram que 70% dos docentes sentem-se razoavelmente preparados para utilizar as tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem. Esse dado positivo apresenta que os professores estão “[...] **aptos a motivar o aprendizado e abrir espaço para**

**experiências práticas de engenharia e para a cooperação com o setor produtivo.** É preciso que essas dimensões sejam valorizadas nos processos de contratação, capacitação, avaliação e promoção dos docentes” (CNI, 2018a, p. 14, grifos nossos). Enfatiza-se que, no âmbito das engenharias, esses processos devem envolver prioritariamente a capacidades dos docentes para formar profissionais dotados de competências e habilidades requisitadas pelo mercado, estimulando pesquisas de modo a criar condições para o desenvolvimento de soluções para situações críticas do mundo real (CNI, 2018a).

Com relação a adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso para o contexto atual, os dados revelam que 65% dos docentes acreditam que os Projetos Pedagógicos de Curso estão razoavelmente adequados ao cenário da Indústria 4.0. 20% acreditam que não estão adequados, enquanto 15% acreditam que estão totalmente adequados, como mostra Gráfico 7.

**Gráfico 7** – Adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso para o cenário da Indústria 4.0 sob a ótica dos docentes



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Essa adequação é importante, como pôde ser visto durante as discussões teóricas no presente estudo. Uma vez que o contexto da Indústria 4.0 exige um profissional com formação mais multidisciplinar, visão sistêmica, capacidade de solucionar problemas e com habilidade de análise de dados e TI e outras habilidades. Sendo possível a partir da adequação da educação às tecnologias da Indústria 4.0 por meio da adaptação dos currículos escolares, como defende Rubmann et. al (2015)

Pontua-se que, a CNI (2018a, p. 26-27) recomenda a inovação dos projetos pedagógicos, “[...] com vistas a implementar inovações pedagógicas que reforcem a criatividade e desenvolvam atributos de liderança e empreendedorismo, e o auxílio a

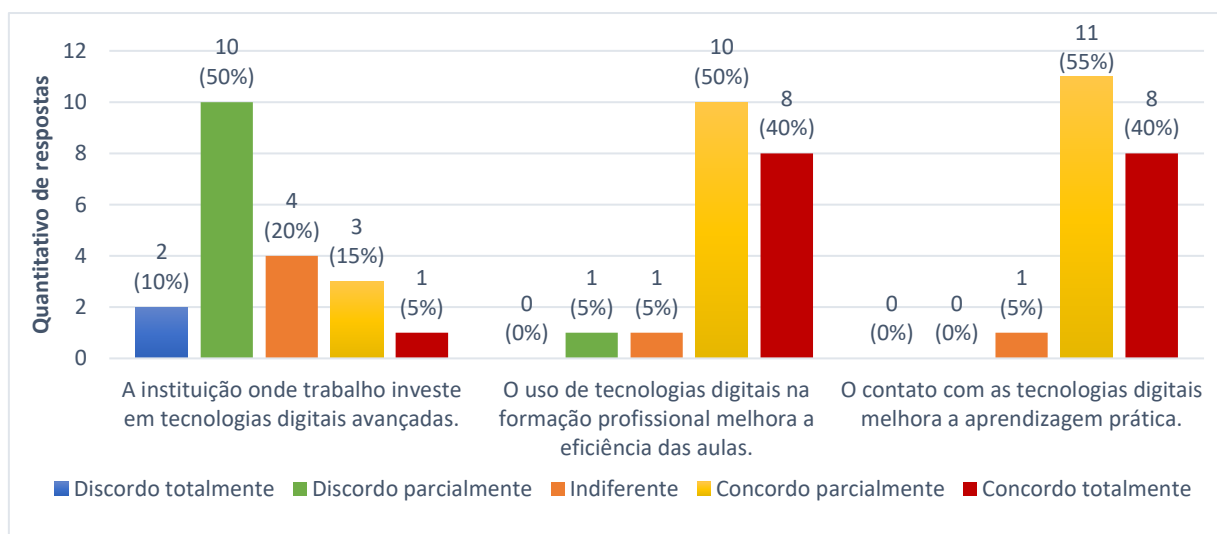
professores e dirigentes para conhecer experiências internacionais exitosas”. Como pôde ser visto na análise do Gráfico 1 a partir da Resolução CNE/CES 11/2002, o perfil do egresso de engenharia prevê uma formação que possibilite a absorção e o desenvolvimento de novas tecnologias.

### 5.1.3 Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos docentes

Esta seção apresenta as análises acerca das contribuições que as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 trazem para a formação profissional a partir de 6 afirmativas.

Para uma melhor visualização dos dados, as afirmativas foram divididas em dois blocos, como pode ser visto nos Gráficos 8 e 9. O primeiro gráfico mostra as análises sobre: investimento em tecnologias avançadas por parte da instituição de ensino; impacto das tecnologias digitais na eficiência das aulas; e a relação do uso das tecnologias digitais com a melhoria da aprendizagem prática. Já o segundo, apresenta: a influência das tecnologias digitais no fortalecimento da relação teoria e prática; contribuição para o desenvolvimento de habilidades multidisciplinares; e contribuição para o aperfeiçoamento da formação profissional.

**Gráfico 8** – Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos docentes (parte 01)



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

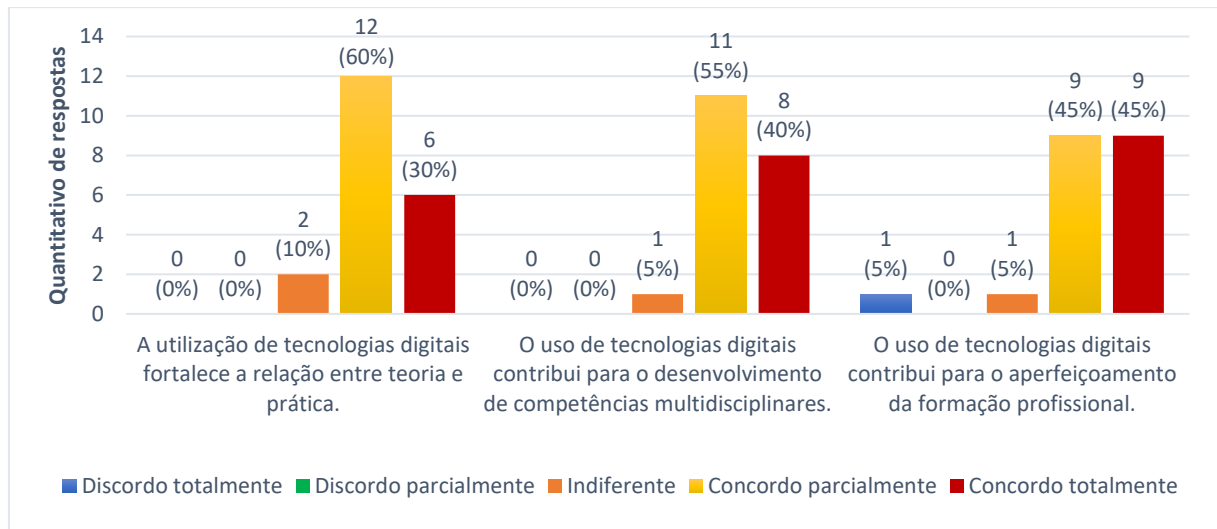
Com relação a afirmação “A instituição onde trabalho investe em tecnologias digitais avançadas”, 60% dos docentes discordam, enquanto 20% concordam. O percentual daqueles

que não concordam e nem discordam é de 20%. O que serve como uma alerta institucional ao apresentar a demanda de investimento e incentivo ao desenvolvimento em ciência e tecnologias na formação profissional essenciais no contexto da Indústria 4.0.

Sobre “O uso de tecnologias digitais na formação profissional melhora a eficiência das aulas”, 90% concorda, o que reafirma que as tecnologias devem ser utilizadas com maior frequência na relação ensino-aprendizagem. Com relação a afirmação “O contato com as tecnologias digitais melhora a aprendizagem prática”, 95% concorda, apontando a necessidade de enfatizar mais as práticas de ensino com os discentes, como corrobora Silva et al. (2017).

Com relação a afirmação “A utilização de tecnologias digitais fortalece a relação entre teoria e prática”, 90% dos docentes concordam. Sobre “O uso de tecnologias contribui para o desenvolvimento de competências multidisciplinares”, 95% concordam, como também 90% concorda com a afirmação “O uso de tecnologias digitais contribui para o aperfeiçoamento da formação profissional”.

**Gráfico 9** – Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos docentes (parte 02)



**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

No geral, as tecnologias são vistas como um fator essencial para a melhoria do desempenho da formação profissional, seja na relação teoria-prática ou no desenvolvimento de competências em diversas disciplinas. Neste sentido, como já corroborado no decorrer das discussões, a tendência é que a utilização das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem seja cada vez mais presente considerando os benefícios para a formação

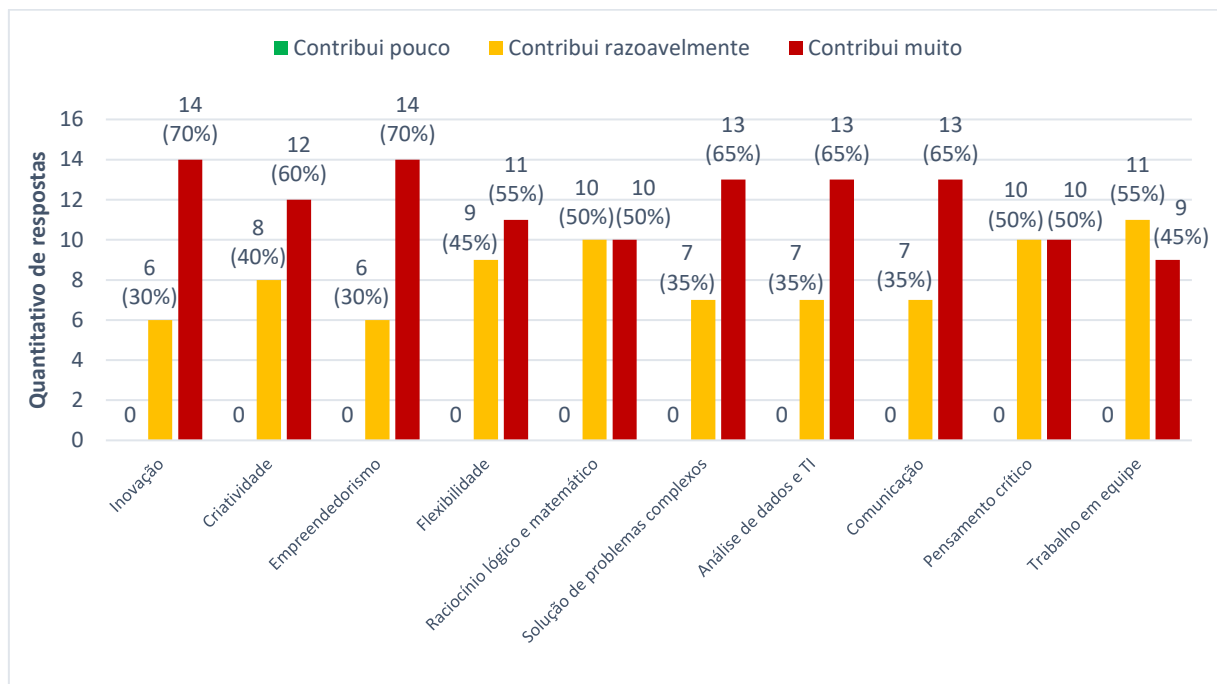
profissional dos indivíduos, como visto em Silva et al. (2017), Aires, Moreira e Freire (2017a), Bittencourt e Albino (2017) e Andrade (2018).

#### 5.1.4 Desenvolvimento de habilidades a partir da utilização das tecnologias digitais associadas a Indústria 4.0 sob a ótica dos docentes

Esta seção apresenta as análises acerca das possibilidades de desenvolvimento de 10 habilidades a partir da utilização de tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 no processo de formação profissional.

A partir dos dados, é possível observar que o uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 pode contribuir de um modo geral para o desenvolvimento de todas as 10 habilidades elencadas na percepção dos docentes, como revela o Gráfico 10.

**Gráfico 10** – Desenvolvimento de Habilidades a partir da utilização de tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional sob a ótica dos docentes



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

As habilidades que mais se destacam são: Inovação (70%); Empreendedorismo (70%); Solução de problemas complexos (65%); Análise de dados e TI (65%); Comunicação (65%); e Criatividade (60%). Aires, Moreira e Freire (2017a) destacam em seus estudos que as competências dos profissionais para atuar na Indústria 4.0 com maior ocorrência envolvem criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos,

considerando a necessidade de preparar um profissional multidisciplinar. Do mesmo modo, Rubmann et al. (2015) já tinha pontuado quanto a importância do estímulo a ações empreendedoras que culminem no aumento das competências e inovação relativos a TI e outras habilidades.

### **5.1.5 Impactos da utilização das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional na ótica dos docentes**

Esta seção apresenta as análises acerca dos benefícios e desafios da utilização das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional sob a ótica dos docentes.

No que se refere aos benefícios que as tecnologias digitais 4.0 podem trazer para o aperfeiçoamento da formação profissional, as respostas puderam ser categorizadas em três aspectos principais, quais sejam: Desenvolvimento de competências e habilidades (25%), Atualização profissional (25%) e Aspectos da formação profissional (35%)<sup>26</sup>.

Com relação ao **Desenvolvimento de competências e habilidades**, destacou-se, por exemplo, as seguintes respostas: *“Conectar os conhecimentos de diversas disciplinas e áreas, possibilitando ainda um contato com aplicações que motivam o aluno, e que podem ser um campo de trabalho no futuro”*, *“benefícios na solução de problemas, desenvolvimento de criatividade e pensamento crítico”*, *“Inovação, criatividade, empreendedorismo”*. O que pode ser relacionado com as análises realizadas a partir do Gráfico 10, ao enfatizar as habilidades mais desenvolvidas por meio do uso das tecnologias digitais, e corroborado com as discussões teóricas da presente monografia como visto, por exemplo, em Aires, Moreira e Freire (2017a) quanto as competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial.

Os docentes salientaram também como benefício a **Atualização profissional**, ao pontuarem como respostas: *“Melhoria constante na atualização do conhecimento técnico e disponibilidade imediata de informações pra tomadas de decisões em processos e produtos em que o engenheiro irá atuar”*, *“Atualização com relação às tendências do mercado”*, *“Atualização, pensamento complexo e computacional”*. Sendo possível inferir que a inserção das tecnologias digitais no ensino contribui para que os profissionais tenham a capacidade de acompanhar as inovações conforme os desenrolar dos avanços tecnológicos. Criando

---

<sup>26</sup> 15% dos docentes não souberam responder ou as respostas não foram suficientemente claras para a análise do estudo.

condições para que os profissionais desenvolvam uma visão sistêmica e formação crítica e ativa quanto a análise do cenário marcado pela forte economia industrial (BITTENCOURT; ALBINO, 2017). De modo a sustentar a CNI (2018a, p. 25, grifos nossos) afirma que “O perfil do novo engenheiro inclui a capacidade de rápida adaptação a conhecimentos e técnicas inovadoras, de modo a que **se atendam às exigências do acelerado movimento de evolução das tecnologias e mercados.**”.

E outro benefício destacado pelos docentes, em grande parte, foi sobre os **Aspectos da formação profissional**, ao citarem: “*Hoje em dia isso é a realidade nas grandes indústrias, logo, garantirá uma melhora na formação*”, “*Preparar melhor os estudantes para o que possivelmente eles irão lidar no mercado de trabalho*”, “*Os profissionais precisam se familiarizar com as tecnologias desde sua formação, de maneira que desenvolvam suas habilidades num ambiente similar àquele onde exercerá suas atividades profissionais. Além disso, supostamente as tecnologias podem aumentar a produtividade do processo de ensino-aprendizagem*”. Considerando a celeridade da informatização e digitalização da manufatura, enfatiza-se mais uma vez a importância da inserção das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem de modo a garantir que os alunos tenham contato com esses recursos desde o período da sua formação e desenvolva competências e habilidades que garantam adequado acompanhamento das evoluções tecnológicas. Essa preocupação foi pontuada por Bittencourt e Albino (2017, p. 05, grifos originais) ao afirmar que “aqueles que não se adaptarem a essa realidade, correm o risco de serem considerados *analfabetos tecnológicos*”, o que viria a dificultar a inserção desses profissionais no mercado de trabalho. Do mesmo modo, enfatiza-se que “é importante dar aos alunos a oportunidade de uma formação com visão mais multidisciplinar, sistêmica, empreendedora e em sintonia com as necessidades da economia e da sociedade” (CNI, 2018a, p. 11).

Sobre os desafios e/ou limitações da utilização das tecnologias da Indústria 4.0 na formação profissional, os docentes destacaram aspectos que foram categorizados em três eixos principais, a saber: Recursos financeiros para a aquisição de tecnologias e capacitação (20%), Infraestrutura disponível (15%), e Diferentes aspectos da formação (30%)<sup>27</sup>.

Com relação a **Recursos financeiros para a aquisição de tecnologias e capacitação**, destacou-se por exemplo: “*Custo relacionado à aquisição de tecnologias e capacitação pessoal*” e “*Recursos financeiros para adquirir ou produzir tecnologias inerentes a indústria*

---

<sup>27</sup> 25% dos docentes não souberam responder ou as respostas não foram suficientemente claras para a análise do estudo. Uma quarta categoria inclui os 10% restantes, sendo composto por respostas que perpassam as três categorias principais destacadas na análise.

4.0. *Acesso a informação e treinamento especializado*”. É possível inferir que o alto valor para implementação das tecnologias nas indústrias e nos sistemas de educação, no Brasil, dificulta a modernização do ensino e capacitação profissional de alunos e docentes. O exposto também retoma o que foi alertado a partir da análise da primeira afirmativa do Gráfico 8 quanto a necessidade de investimento da universidade com relação ao incentivo ao desenvolvimento de ciência e tecnologias no âmbito da formação profissional. Sendo este um dos desafios a serem enfrentados para prover ações essenciais para a qualificação profissional nesse contexto disruptivo. No entanto, reforça-se que “é necessário focar em um investimento consequente na formação profissional e continuada para conseguir integrar também no futuro todos os empregados no mercado de trabalho nos termos de uma boa política econômica, de mercado de trabalho e de desenvolvimento” (HEINDL et al., 2016, p. 07-08).

Os docentes pontuaram também como desafio e/ou limitação para a implementação das tecnologias digitais na formação profissional a **Infraestrutura disponível**, ao citarem: “*Melhores recursos, como laboratórios preparados*”, “*Compatibilidade, segurança, conectividade e integração das novas tecnologias entre si e com as tecnologias legadas*”. Ou seja, é possível inferir que não há estruturas disponíveis adequadas para a utilização, implementação e desenvolvimento das tecnologias digitais no ensino. Uma vez que, como visto anteriormente, a universidade investe pouco em tecnologias avançadas na percepção dos docentes. Além disso, já foi pontuado as críticas condições de funcionamento dos laboratórios, oficinas e espaços experimentais da UFS. Ressalta-se também os desafios relacionados ao desenvolvimento da Indústria 4.0 de modo a corroborar com o posicionamento dos docentes, a saber: “[...] questões de segurança e proteção digital; padronização das interfaces de comunicação; processos e organização do trabalho; [...] base tecnológica; investigação e investimentos” (SANTOS et al., 2018, p. 112), salientando que a quarta revolução parte da concepção da convergência das tecnologias e para essa unificação é necessário o estabelecimento de padrões de conexão.

E outro entrave destacado pelos docentes, em grande parte, e do mesmo modo que os benefícios, está ligado aos **Diferentes aspectos da formação**: “*Aprender a utilizá-las e ter as ferramentas disponíveis*”, “*Conhecimento técnico por parte dos docentes. Dado que a maioria deles se prendem em aulas e conteúdos muitas vezes já ultrapassados*”. Isso enfatiza a importância da difusão dos conhecimentos relacionados as tecnologias digitais, suas potencialidades e possibilidades de aplicação no ensino e formação profissional, tendo em vista as discussões acerca da relevância das tecnologias atreladas as metodologias ativas de ensino-aprendizagem no desenvolvimento das competências e habilidades essenciais para o

novo profissional. Porém, em contrapartida, o que foi constatado a partir da análise do Gráfico 4 é que os docentes ainda estão “presos” na utilização de metodologias mais tradicionais de ensino.

Nessa conjuntura, “aperfeiçoar a formação, prover treinamento profissional e adequar a atuação dos professores são ações fundamentais para a consolidação de um perfil de novos engenheiros aderente à realidade do mercado” (CNI, 2018a, p. 14)

## 5.2 ÓTICA DOS DISCENTES

A seguir são apresentadas as análises a partir da ótica dos 67 discentes participantes.

### 5.2.1 Perfil dos discentes respondentes

Os indicadores utilizados para caracterizar o perfil dos discentes envolvidos no estudo foram: sexo, período e departamento ao qual se está vinculado. A Tabela 4 apresenta as variáveis analisadas e o percentual das respostas apresentadas para cada indicador.

**Tabela 4** – Perfil dos discentes respondentes

INDICADOR	ALTERNATIVA	QUANTIDADE	PERCENTUAL
SEXO	Masculino	48	71,6%
	Feminino	19	28,4%
	<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>
PERÍODO	1º Período	3	4,5%
	2º Período	1	1,5%
	3º Período	6	8,9%
	4º Período	2	3,0%
	5º Período	6	8,9%
	6º Período	12	17,9%
	7º Período	10	14,9%
	8º Período	4	6,0%
	9º Período	20	29,9%
	10º Período	3	4,5%
	<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>
DEPARTAMENTO	DCEM	7	10,4%
	DCOMP	15	22,4%
	DEL	16	23,9%

DEPRO	10	14,9%
DEQ	5	7,5%
DMEC	6	8,9%
DTA	5	7,5%
NUPETRO	3	4,5%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Conforme apontam os dados, a maioria dos discentes que aderiram a pesquisa são dos Departamentos de Engenharia Elétrica (DEL), Computação (DCOMP) e Engenharia de Produção (DEPRO), com um percentual de 23,9%, 22,4% e 14,9% respectivamente. Do total de respondentes, 10,4% são do Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM) e 8,9% são de Departamento de Engenharia Mecânica (DMEC). Já os Departamentos Engenharia Química (DEQ) e Tecnologia em Alimentos (DTA) registraram um percentual de participação de 7,5% cada. Apenas 4,5% dos participantes são do Núcleo de Engenharia de Petróleo (NUPETRO).

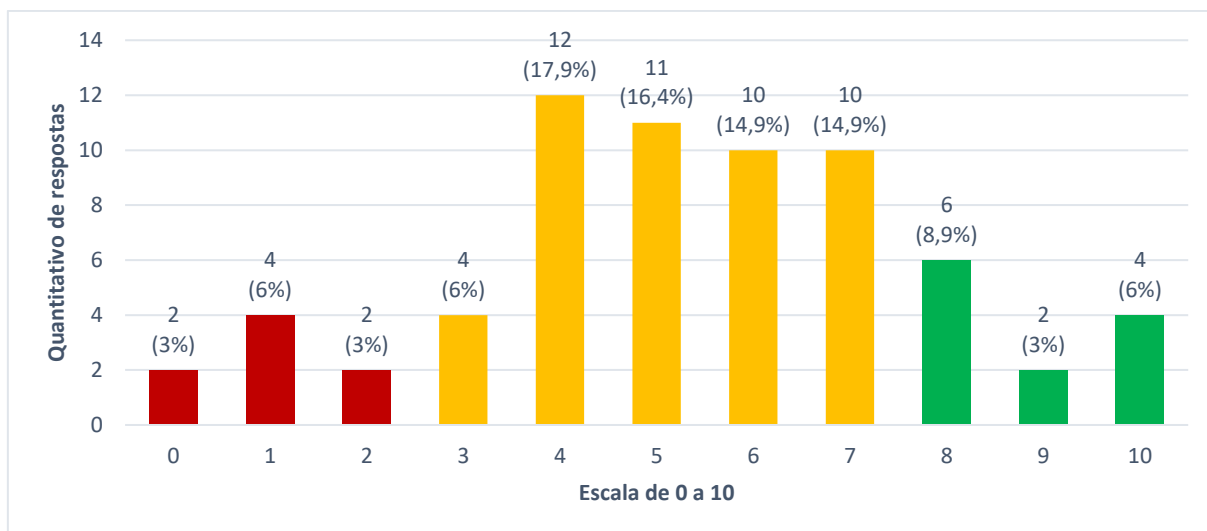
De acordo com o indicador Período, 29,9% dos respondentes se encontram no 9º período do curso, seguido de 17,9% e 14,9% dos 6º e 7º períodos respectivamente. Os demais alunos estão no curso nas seguintes proporções: 5º período (8,9%), 8º período (6,0%) e 10º período (4,5%). Ou seja, mais da metade dos respondentes está na segunda metade do curso, o que dá um maior subsídio para a análise quanto ao contato e percepção acerca das tecnologias digitais.

Quanto ao indicador sexo, 71,6% dos respondentes são homens e 28,4% são mulheres. O que se constata mais uma vez a majoritariedade dos homens nas engenharias.

### 5.2.2 Contato dos discentes com as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0

Esta seção apresenta as análises acerca do contato que os discentes têm com a temática Indústria 4.0 e a percepção sobre alguns elementos que auxiliam no uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

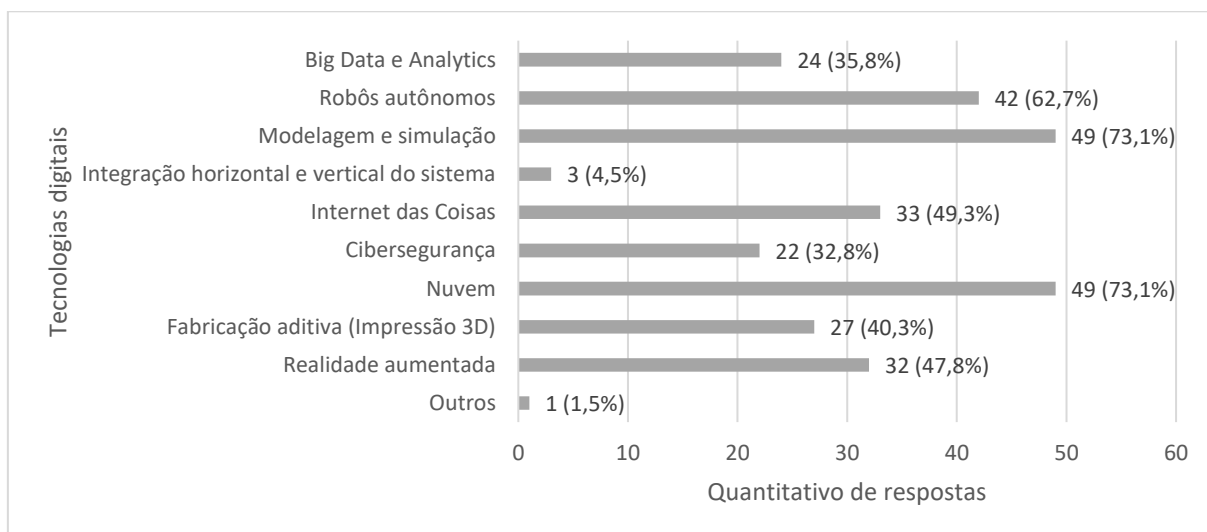
Tomando por base a escala *Phrase Completion*, os dados revelam que dos 67 discentes, 47 possuem uma proximidade mediana com a temática em questão, apresentando um percentual de 70,1% das respostas registradas. 17,9% possuem uma proximidade muito significativa, enquanto apenas 12% apresenta pouca proximidade, como pode ser visto no Gráfico 11.

**Gráfico 11** – Proximidade dos discentes com a temática Indústria 4.0

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Isso pode justificar-se pela proximidade que os docentes possuem com a temática, sendo repassada para os alunos durante o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, faz parte das Diretrizes Curriculares que norteiam os cursos de engenharia o desenvolvimento da capacidade de absorver e desenvolver novas tecnologias, como visto anteriormente, de modo a atender as demandas da sociedade (BRASIL, 2002).

Com relação ao conhecimento dos discentes acerca das tecnologias digitais representativas da Indústria 4.0, as tecnologias mais conhecidas e/ou utilizadas estão representadas no Gráfico 12.

**Gráfico 12** – Conhecimento e/ou uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 pelos discentes

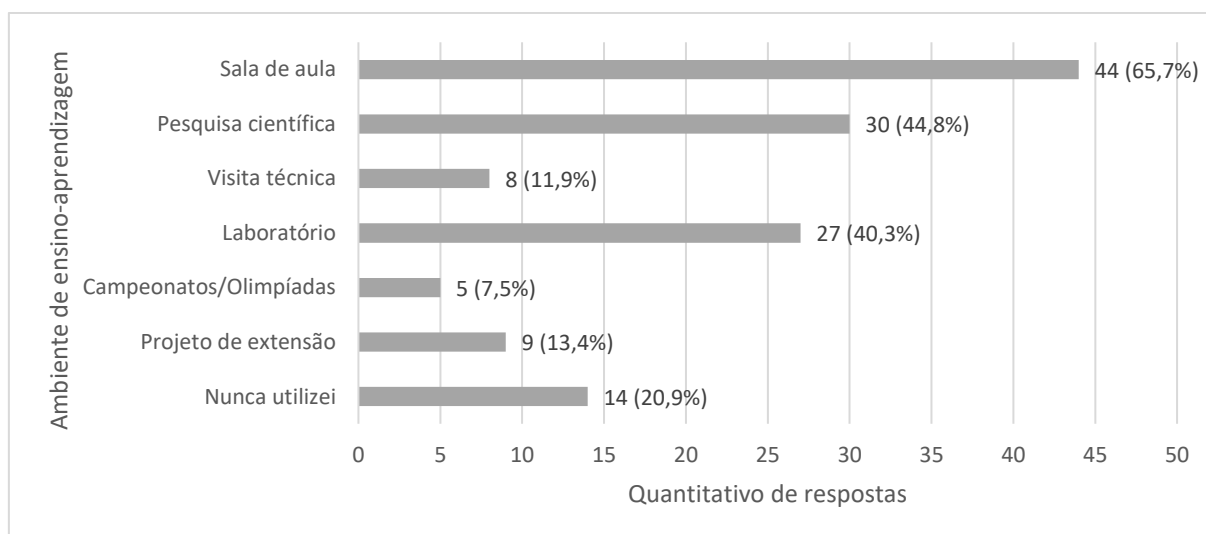
Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Modelagem e simulação (73,1%), Processamento em Nuvem (73,1%), Robôs autônomos (62,7%), Internet das Coisas (49,3%), Realidade aumentada (47,8%) e Fabricação aditiva (40,3%) são as mais conhecidas e/ou utilizadas. *Big Data* e *Analytics* e Cibersegurança são conhecidas por 35,8% e 33,8% dos respondentes respectivamente. A tecnologia menos conhecida é a Integração horizontal e vertical de sistemas (4,5%).

Na categoria “Outros” foi registrado que apenas 1 respondente (1,5%) não conhece nenhuma das tecnologias associadas à Indústria 4.0.

Quanto aos ambientes onde os alunos já tiveram contato com alguma dessas tecnologias, grande parte utilizou em Sala de aula, Pesquisa científica e Laboratório, tendo representatividade de 65,7%, 44,8% e 40,3% respectivamente. Os ambientes onde menos utilizaram algumas dessas tecnologias foram Projeto de extensão (13,4%), Visita técnica (11,9%) e Campeonatos/Olimpíadas (7,5%). 20,9% dos respondentes nunca utilizaram alguma das tecnologias associadas à Indústria 4.0, como pode ser visto no Gráfico 13.

**Gráfico 13** – Ambiente em que os discentes já utilizaram alguma das tecnologias digitais na formação profissional



**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

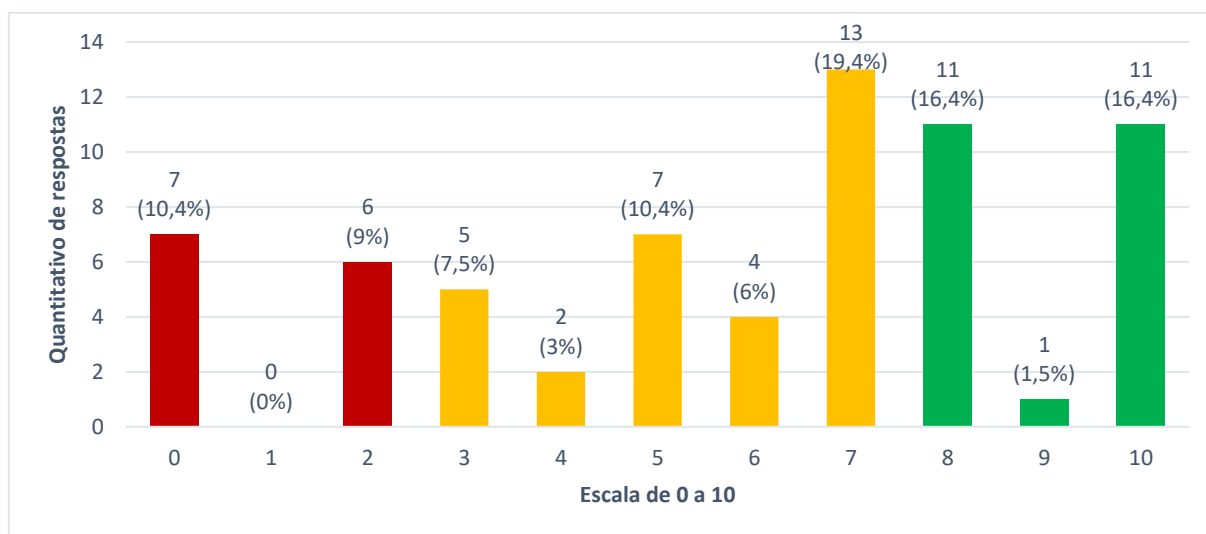
Embora o laboratório esteja entre os ambientes mais utilizados, é possível observar que há ainda uma predominância no que concerne o aprendizado teórico, o que destoa das recomendações da CNI (2018a) com relação a valorização da aprendizagem prática e de outros autores como Andrade (2018) no contexto dos avanços tecnológicos. Isso acaba dificultando a aproximação dos alunos das tecnologias digitais e a modernização do processo de ensino-aprendizagem, configurando que um desafio para o ensino na atualidade é tornar o processo de ensino-aprendizagem atraente para o estudante, para isso é necessário criar um

contexto onde o estudante passe a ser o protagonista na produção do seu conhecimento através da imersão em metodologias criativas e inovadoras que possibilitem a investigação e participação ativa do próprio aluno enquanto agente do processo (SIQUEIRA et al., 2009).

Além da criticidade com relação aos laboratórios avaliados pelos docentes nos indicadores segundo o PDI/UFS 2016-2020, vale pontuar que, apenas 30% dos alunos da UFS estão satisfeitos com a infraestrutura dos laboratórios, ao passo que apenas 40% estão satisfeitos com a infraestrutura das salas de aula. O que serviu de alerta institucional para o desenvolvimento de ações com relação a modernização dos laboratórios e melhoria anual de 5% até 2020 (UFS, 2016).

Já com relação ao nível de satisfação dos discentes acerca da utilização de tecnologias 4.0 na formação profissional: 46,3% estão razoavelmente satisfeitos, 34,3% estão muito satisfeitos, enquanto 19,4% estão pouco satisfeitos, conforme o Gráfico 14.

**Gráfico 14** – Nível de satisfação dos discentes com a utilização de tecnologias digitais na formação profissional



**Fonte:** elaborado pelo autor (2018).

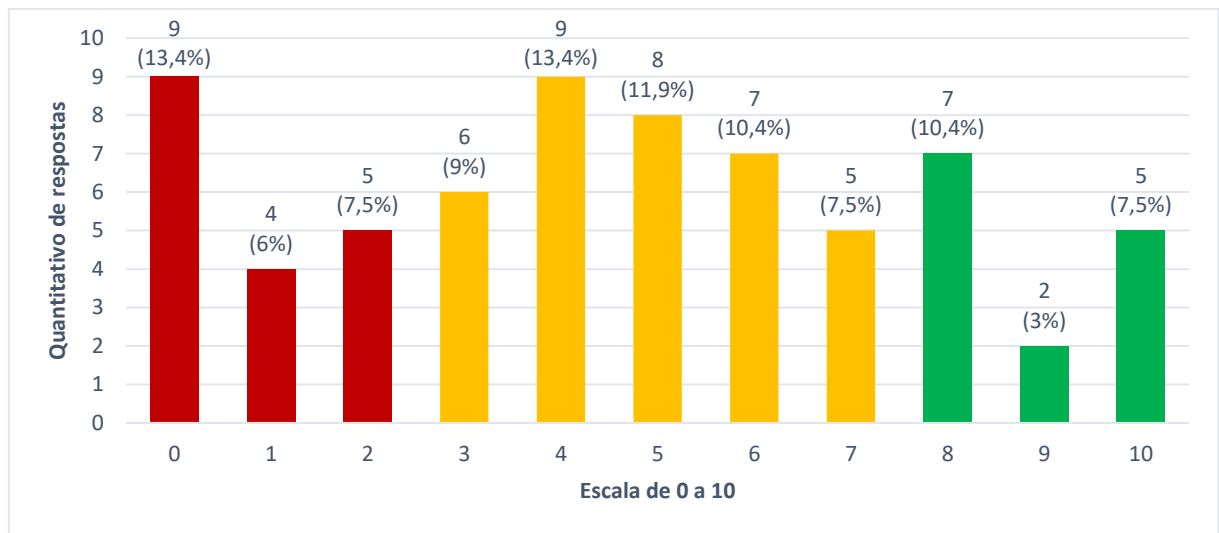
A pesquisa também questionou sobre a importância do uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem: 85% dos discentes consideram muito importante o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem; 12% consideram razoavelmente importante, enquanto 3% considera pouco importante. O que corrobora com a percepção dos docentes acerca desse aspecto e de outros autores no decorrer das discussões aqui propostas.

Há uma consciência quanto a importância do uso das tecnologias enquanto recurso pedagógico no processo de formação profissional o que já era previsto, inclusive, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica. Porém, pouco tem se aplicado,

“isso mostra que essa relação escola-tecnologia, ainda precisa ser bem interpretada e integrada no ambiente educativo em todos os níveis. Se a escola não estiver preparada para receber tudo isso, vai acabar tendo que competir em vez de agregar” (SILVA; CORREA, 2014, p. 31).

Com relação ao nível de preparação para utilizar as tecnologias digitais na atuação profissional: 52,2% dos discentes sentem-se razoavelmente preparados; 20,9% está muito preparado e 26,9% está pouco preparado. De modo geral, embora a maioria sinta-se razoavelmente preparada, observa-se uma tendência maior para a falta de preparação, conforme os pontos no Gráfico 15.

**Gráfico 15** – Nível de preparação dos discentes para utilizar as tecnologias digitais na atuação profissional

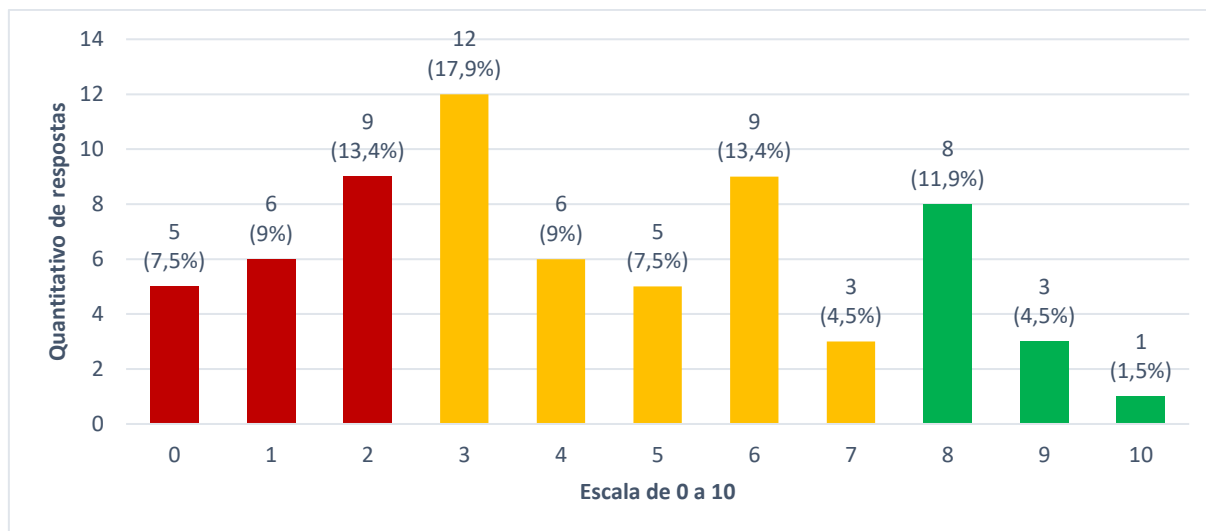


Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Diante desses aspectos, é possível inferir que esse resultado é reflexo da “baixa exposição dos alunos a desafios práticos e a questões associadas à realidade da indústria e do mundo do trabalho” CNI (2018a, p. 19) como visto nas análises anteriores. Sendo, portanto, relevante reafirmar a necessidade de adequação da formação profissional, com vista a estruturação apropriada dos cursos e carreiras.

Os dados revelam ainda que 52,3% dos discentes acreditam que os Projetos Pedagógicos de Curso estão razoavelmente adequados ao cenário da Indústria 4.0. 29,9% acreditam que não estão adequados, enquanto 17,9% acreditam que estão adequados, como expõe o Gráfico 16.

**Gráfico 16** – Adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso para o cenário da Indústria 4.0 sob a ótica dos discentes



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Diante desse resultado e ao observar a Resolução CNE/CES 11/2002, confirma-se a adequação dos Projetos Pedagógicos no que tange o desenvolvimento de competências e habilidades gerais para a atuação em cenários inovadores “considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade” (BRASIL, 2002, p. 01). No entanto, reafirma-se que “os ajustes nas diretrizes curriculares precisam estar amparados em metodologias de ensino adequadas à nova realidade, em processos de avaliação adequados ao controle de qualidade e capazes de certificar a implementação de práticas inovadoras aplicadas em uma dimensão interdisciplinar” (CNI, 2018a, p. 19).

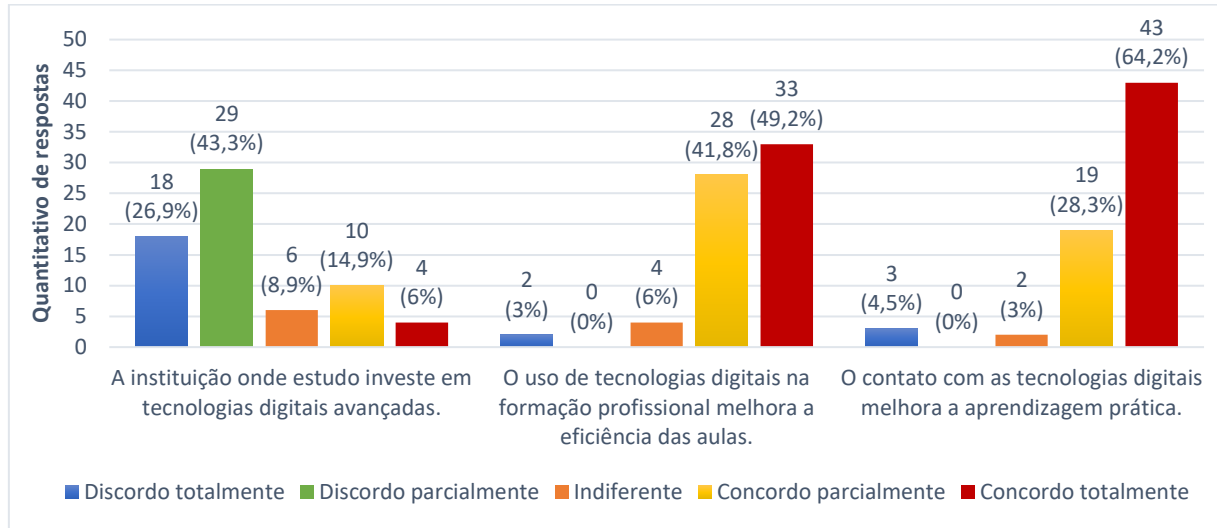
### 5.2.3 Contribuição das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos discentes

Esta seção apresenta as análises acerca das contribuições que as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 trazem para a formação profissional a partir de 6 afirmativas.

Do mesmo modo que foi organizado na análise sob a ótica dos docentes, as afirmativas aqui foram divididas em dois blocos conforme o mesmo critério, como pode ser visto nos Gráficos 17 e 18. O primeiro gráfico mostra as análises sobre: investimento em tecnologias avançadas por parte da instituição de ensino; impacto das tecnologias digitais na eficiência das aulas; e a relação do uso das tecnologias digitais com a melhoria da aprendizagem prática. Já o segundo, apresenta: a influência das tecnologias digitais no

fortalecimento da relação teoria e prática; contribuição para o desenvolvimento de habilidades multidisciplinares; e contribuição para o aperfeiçoamento da formação profissional.

**Gráfico 17** – Contribuição das tecnologias associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos discentes (parte 01)

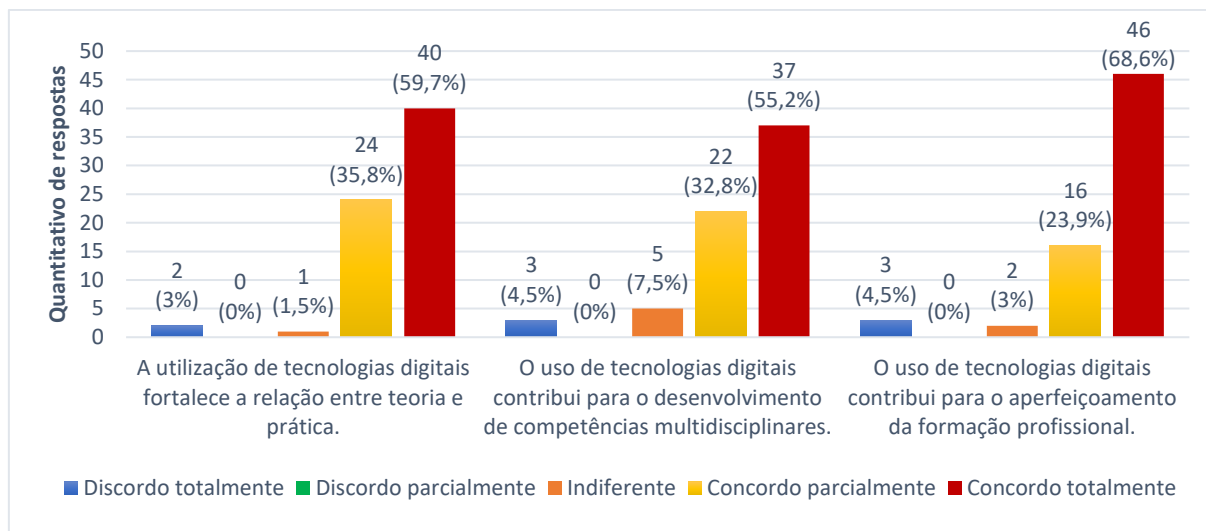


Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Com relação a afirmação “A instituição onde estudo investe em tecnologias digitais avançadas”: 70,2% dos discentes discordam, enquanto 20,9% concordam; o percentual daqueles que não concordam e nem discordam é de 8,9%. Com relação a afirmação “O uso de tecnologias digitais na formação profissional melhora a eficiência das aulas”: 91% concordam, enquanto 3% discordam e outros 6% se mantêm indiferente. Já sobre a afirmação “O contato com as tecnologias digitais melhora a aprendizagem prática”: 92,5% concordam, enquanto 4,5% discordam e 3% não concordam e nem discordam.

Esses dados corroboram com a percepção dos docentes acerca dessas mesmas afirmações e de autores como Bittencourt e Albino (2017), Silva et al. (2017) e Silva e Correa (2014) que refletem sobre a contribuição das tecnologias digitais para o ensino e formação profissional, trazendo benefícios quanto a melhoria da eficiência do processo de ensino e aprendizagem prática. Bem como pontuado pelos docentes o desafio quanto ao investimento em novas tecnologias e capacitação profissional.

**Gráfico 18** – Contribuição das tecnologias associadas à Indústria 4.0 para a formação profissional sob a ótica dos discentes (parte 02)



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Com relação a afirmação “A utilização de tecnologias digitais fortalece a relação entre teoria e prática”: 95,5% dos discentes concordam, enquanto 3% discordam e 1,5% não concordam e nem discordam. Com relação a afirmação “O uso de tecnologias contribui para o desenvolvimento de competências multidisciplinares”: 88% concordam, enquanto 7,5% se mantém indiferente e 4,5% discordam. Com relação a afirmação “O uso de tecnologias digitais contribui para o aperfeiçoamento da formação profissional”: 92,5% concordam, enquanto 4,5% discordam e 3% não concordam e nem discordam. O percentual daqueles que não concordam foi de 5%.

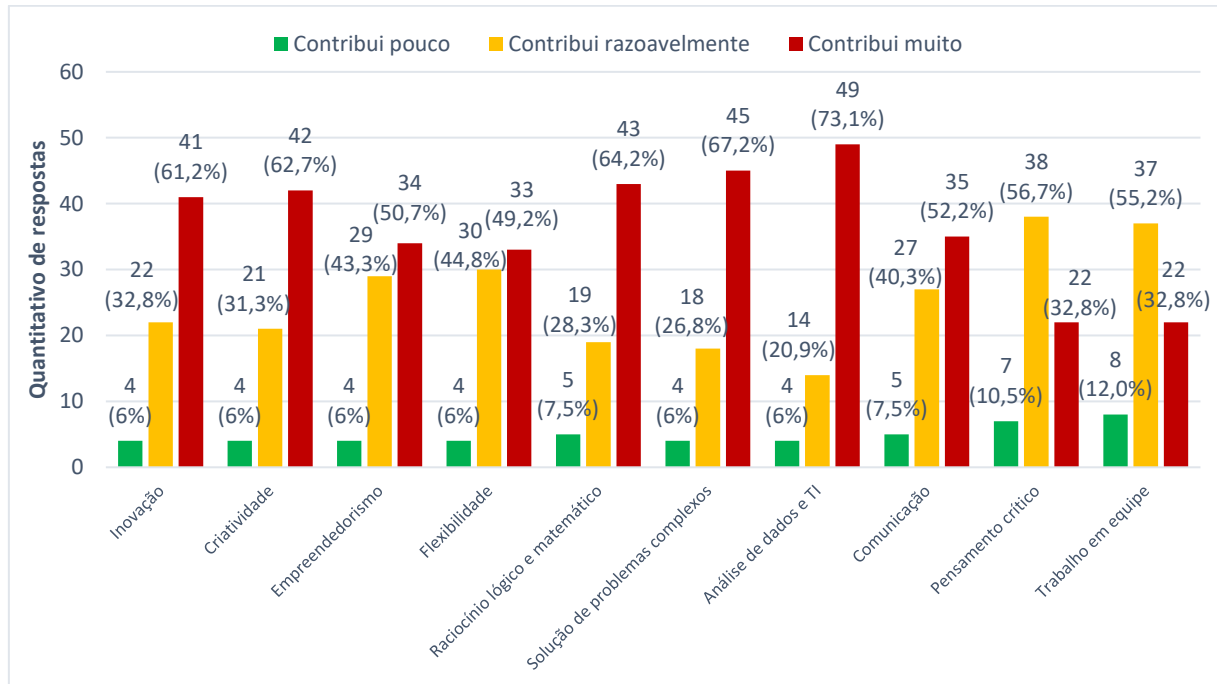
De modo geral, mostrou-se que as tecnologias digitais podem ser consideradas como fator essencial para o aperfeiçoamento da formação profissional, visto que sua contribuição abrange aspectos com relação ao desenvolvimento de capacidades teóricas e práticas e competências multidisciplinares, o que já foi corroborado na percepção também dos docentes.

#### **5.2.4 Desenvolvimento de habilidades a partir da utilização das tecnologias digitais associadas a Indústria 4.0 sob a ótica dos discentes**

Esta seção apresenta as análises acerca das possibilidades de desenvolvimento de 10 habilidades a partir da utilização de tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 no processo de formação profissional.

A partir dos dados, é possível observar que o uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 pode contribuir de um modo geral para o desenvolvimento das 10 habilidades elencadas, a partir da percepção dos discentes, como revela o Gráfico 19.

**Gráfico 19** – Desenvolvimento de Habilidades a partir da utilização de tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional sob a ótica dos discentes



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Diferente da percepção dos docentes, o uso dessas tecnologias contribui mais expressivamente para o desenvolvimento de três habilidades: Análise de dados e TI (73,1%), Solução de problemas complexos (67,2%) e Raciocínio lógico e matemático (64,2%). Destacam-se também habilidades como Criatividade (62,7%) e Inovação (61,2%). A CNI (2018a, p. 14) reflete que “a formação dos estudantes requer a inclusão de elementos de estímulo à criatividade e à atitude empreendedora. É preciso desenvolver competências gerenciais e as habilidades de identificar, formular e resolver problemas de engenharia”. Do mesmo modo, a Resolução CNE/CES 11/2002 prevê o desenvolvimento de habilidades e competências que envolvam conhecimentos matemáticos, científicos e tecnológicos.

## 6 CONCLUSÕES

O presente estudo teve o intuito de analisar como as tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional sob a ótica dos docentes e discentes do CCET/UFS. Para tanto, foram aplicados questionários estruturados com docentes e discentes de 8 Departamentos que envolvem cursos das engenharias envolvidos na investigação.

As discussões acerca da quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 ainda são recentes, principalmente nas instituições de ensino. Com a informatização e digitalização da manufatura, o mercado tem exigido um novo perfil profissional, de modo que os sistemas de ensino precisem se adaptar ao novo cenário marcado pelos avanços tecnológicos para formar profissionais aptos a atender as demandas da economia industrial. É nesse contexto que emergiram algumas questões a serem investigadas.

Nessa conjuntura, a investigação aqui realizada possibilitou responder ao problema de pesquisa proposto inicialmente, qual seja: “De que forma as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional sob a ótica dos docentes e discentes do CCET/UFS?”

Pode-se afirmar que, no geral, e com base nas reflexões dos autores e da análise e interpretação dos dados, a inserção das tecnologias digitais na formação profissional traz contribuições para o aprimoramento da formação profissionais quanto a modernização dos sistemas de ensino, por meio da adequação dos currículos escolares e projetos pedagógicos de curso, e a estruturação de um espaço que simule o ambiente que os egressos encontrarão no mercado de trabalho, de modo a: aumentar a produtividade do processo de ensino-aprendizagem; tornar as aulas mais atrativas e eficientes; estimular a aprendizagem prática fortalecendo a relação teórico-prática; aproximar os futuros profissionais das tecnologias inovadoras; desenvolver competências e habilidades multidisciplinares ligadas a inovação, criatividade, análise de dados e resolução de problemas complexos, conforme o perfil profissional requisitado pelo cenário da Indústria 4.0; possibilitar atualização profissional preparando o profissional para atuar de maneira crítica e reflexiva; e capacitar para absorver e desenvolver novas tecnologias. De modo geral, as tecnologias digitais auxiliam no aprimoramento da formação profissional garantindo uma atualização profissional que assegure o adequado acompanhamento das tendências do mercado no contexto dos avanços tecnológicos.

De modo a sustentar essa afirmação, abaixo são respondidas as questões de pesquisa.

Com relação ao **perfil do locus de pesquisa**, a UFS Campus sede reúne seis Centros: o CCET, CCBS, CCAA, CCSA e CECH e o CESAD, atendendo alunos de todo o país. O CCET, foco da pesquisa, é composto por 15 Departamentos que envolvem cursos da área das ciências exatas e tecnologias – entre os quais estão o DCEM, DCOMP, DEL, DEPRO, DEQ, DMEC, DTA e NUPETRO. São 29 cursos na modalidade presencial ofertados no campus e 3 cursos à distância, como visto de forma mais detalhada no Quadro 6. Cabe ao CCET coordenar e gerir as atividades vinculadas aos seus departamentos.

Quanto ao **perfil dos respondentes** da pesquisa, a maioria dos docentes são doutores (95%) que atuam na instituição entre 5 e 10 anos (50%). Dos 20 respondentes, a maior parte são dos Departamentos de Engenharia da Produção (20%) e Tecnologia de Alimentos (20%). Com relação aos discentes, grande parte já se encontra na segunda metade do curso, sendo registrado os maiores percentuais nos períodos 9º (29,9%) e 6º (17,9%). Os departamentos mais representativos foram os de Engenharia Elétrica (23,9%) e Computação (22,4%). Os respondentes são majoritariamente homens: docentes (80%) e discentes (71,6%).

Acerca da proximidade com a temática Indústria 4.0, os docentes (65%) e os discentes (70,1%) possuem proximidade mediana, ao passo que apenas 20% dos docentes e 17,9% dos discentes possuem muita proximidade. O que revelou a necessidade de estimular uma maior aproximação com a temática.

No que se refere as **metodologias de ensino-aprendizagem** utilizadas pelos docentes no processo de formação profissional, a grande maioria utiliza métodos mais tradicionais de ensino como: aula expositiva clássica (95%), aula prática (75%), seminário (65%) e aula dialógica (40%). Embora a aula prática seja bastante utilizada, a predominância dos métodos mais convencionais dificulta o processo de inovação e adaptação do ensino diante dos avanços tecnológicos, visto que as metodologias ativas, recomendadas pela literatura para criar melhores práticas pedagógicas junto as tecnologias, são pouco utilizadas pelos docentes: PBL (15%), sala de aula invertida (10%) e Arco de Maguerez (5%).

Conforme a literatura e norteando-se principalmente por Rubmann et al. (2015), as **tecnologias digitais** que caracterizam a Indústria 4.0 são: *Big Data e Analytics*, que otimizam a produção por meio da utilização de grandes quantidades de dados e informações colhidas autonomamente durante o processo produtivo; Robôs autônomos, dotados de inteligência artificial que possuem maiores capacidades como autonomia, flexibilidade e cooperação; Modelagem e simulação, que possibilitam a criação de protótipos virtuais e a simulação de processos; Integração horizontal e vertical de sistemas, permitindo a integração de sistemas de TI em toda a cadeia de valor; Internet das Coisas, cuja função é integrar os objetos físicos e

virtuais por meio de conexões com a internet; Cibersegurança, caracterizado pelo desenvolvimento de protocolos de segurança como estratégia tecnológica para proteger os sistemas industriais de ameaças virtuais; Processamento em Nuvem, ambiente virtual que permite o processamento e armazenamento de dados e informações; Fabricação aditiva, permite a customização e o desenvolvimento de produtos por meio da impressão em camadas; e Realidade aumentada, que consiste numa tecnologia que permite o usuário interagir com um campo sintético que projeta o mundo real, contendo objetos virtuais sobrepostos à realidade.

De acordo com os dados da pesquisa, as **tecnologias digitais mais conhecidas e/ou utilizadas no CCET/UFS** pelos docentes e discentes são: Modelagem e simulação (80% e 73,1%) e Processamento em Nuvem (60% e 73,1%). A menos conhecida é a Integração horizontal e vertical de sistemas (15% e 4,5%). Destacam-se ainda, sob a ótica dos docentes, a IoT (45%) e Fabricação aditiva (40%) e, na percepção dos docentes, Robôs autônomos (62,7%) e IoT (49,3%).

Pesquisa científica (85% e 44,8%), Sala de aula (70% e 65,7%) e Laboratório (60% e 40,3%) foram os ambientes em que os docentes e discentes, respectivamente, já utilizaram alguma dessas tecnologias no ensino e formação profissional. Pontua-se que embora 50% dos docentes e 46,3% dos discentes estejam razoavelmente satisfeitos e, respectivamente, 35% e 34,3% muito satisfeitos com essa utilização, é necessário reforçar a necessidade de dinamizar o ensino por meio da adoção de experiências práticas, de investigação e solução de problemas, bem como melhorias nas estruturas de laboratórios e aproximação com as demais tecnologias digitais. Quando a importância do uso de tecnologias digitais no processo de formação profissional: 75% dos docentes consideram muito importante, ao passo que 85,1% dos discentes consideram muito importante.

Conclui-se também que 70% dos docentes sentem-se razoavelmente preparados para utilizar as tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem, o que se pode inferir que os docentes estão aptos para motivar os alunos e estimular as experiências práticas na formação profissional. Com relação aos discentes 52,2% sentem-se razoavelmente preparados para utilizar essas tecnologias na atuação profissional.

Com relação a adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso para o contexto atual, os dados revelam que 65% dos docentes acreditam que os Projetos Pedagógicos de Curso estão razoavelmente adequados ao cenário da Indústria 4.0. Ao passo que 52,3% dos discentes corroboram com essa afirmação.

No que se refere aos **impactos da utilização das tecnologias digitais na formação profissionais**, buscou-se identificar os benefícios e desafios. Quanto aos benefícios, na percepção dos docentes e discentes a inserção das tecnologias digitais no ensino contribuiu para: a melhoria na eficiência das aulas (90% e 91%); a melhoria na aprendizagem prática (95% e 92,5%); o fortalecimento da relação entre teoria e prática (90% e 95,5%); o desenvolvimento de competências multidisciplinares (95% e 88%); e o aperfeiçoamento da formação profissional (90% e 92,5%). Além disso, os docentes apontaram outros benefícios categorizados em três eixos: Desenvolvimento de competências e habilidades (25%); Atualização profissional (25%); e Aspectos da formação profissional (35%); O que inclui, de modo geral, uma melhoria contínua e preparação dos profissionais para acompanhar as tendências do mercado.

As habilidades mais desenvolvidas na formação profissional por meio do uso de tecnologias digitais apontadas pelos docentes são: Inovação (70%); Empreendedorismo (70%); Solução de problemas complexos (65%); Análise de dados e TI (65%). E pelos discentes são: Análise de dados e TI (73,1%), Solução de problemas complexos (67,2%) e Raciocínio lógico e matemático (64,2%).

Por fim, com relação aos desafios, apontou-se as dificuldades acerca das condições críticas da infraestrutura dos laboratórios, oficinas e salas de aula da UFS, bem como a falta de investimento da instituição em tecnologias avançadas conforme apontado pelos docentes (60%) e discentes (70,2%). Além disso, os docentes pontuaram outros entraves, categorizados em três eixos principais: Recursos financeiros para a aquisição de tecnologias e capacitação (20%); Infraestrutura disponível (15%); e Diferentes aspectos da formação (30%). O que alerta para a necessidade de investimento em recursos tecnológicos, melhores estruturas de ensino e capacitação profissional de docentes e discentes.

## 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se no caso estudado que embora haja um baixo investimento em tecnologias avançadas pela instituição de ensino, há uma consciência dos docentes e discentes acerca da importância das tecnologias digitais no processo de formação profissional. No entanto, o pouco conhecimento acerca das tecnologias digitais, em sua maioria, acaba restringindo a atenção dada para estes recursos, limitando o aprofundamento da temática. Apesar de tais recursos trazerem contribuições significativas para a formação profissional, pouco se tem usado de maneira mais dinâmica e prática, adotando em sua maioria métodos tradicionais de

ensino, muito menos aliado às metodologias ativas, processo relevante para garantir uma melhor adequação do ensino e o desenvolvimento de experiências de investigação, solução de problemas complexos e reais e o desenvolvimento de habilidades multidisciplinares.

Como visto na análise dos estudos relacionados com a temática, a quarta revolução industrial cria um cenário de digitalização da manufatura, exigindo dos profissionais novas habilidades cognitivas e físicas, principalmente relacionadas a análise de dados e TI, empreendedorismo e inovação, e competências diversas relacionais a processos e sistemas por exemplo. Para isso deve-se adaptar os currículos escolares e adequar os projetos pedagógicos de cursos de modo a valorizar as tecnologias digitais enquanto recursos pedagógicos, importante no processo de formação, bem como a aproximação dos conhecimentos teóricos e práticos por meio das metodologias ativas.

Considera-se que, embora os desafios envolvidos como a falta de investimento para a aquisição de tecnologias digitais e capacitação profissional, e a falta de estrutura disponível, as tecnologias digitais podem trazer muitas contribuições para o ensino e formação profissional no que tange a melhoria das condições de ensino e atualização profissional.

Por isso, acredita-se, que a adequação do processo de ensino-aprendizagem e formação profissional, por meio das tecnologias digitais, deve ser mais estimulada de modo a criar uma estrutura tecnologicamente avançada que simule o ambiente que os profissionais encontrarão no mercado de trabalho, criando condições objetivas para que os futuros profissionais tenham a capacidade de acompanhar a celeridade dos avanços tecnológicos. Além disso, a tecnologia tem facilitado diversos processos cotidianamente na vida das pessoas, conforme visto durante as discussões, o que reforça a sua importância para a sociedade.

## 6.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A pesquisa apresenta algumas limitações para a sua realização que devem ser pontuadas:

- Mesmo sendo aplicado por meio dos recursos virtuais (*e-mail* e redes sociais), houve poucos respondentes como pode ser constatado pela quantidade de questionários. Devido a pouca adesão, a amostragem foi caracterizada como amostragem não probabilística por acessibilidade, dificultando a generalização dos resultados;
- A literatura disponível acerca da temática ainda é muito limitada. Houve dificuldade de encontrar estudos que abordem de forma geral a Indústria 4.0, tendo que recorrer, em sua maioria, a relatórios corporativos e institucionais e artigos. De forma

específica, não foram encontrados estudos que abordem diretamente a relação entre o uso das tecnologias digitais e a formação profissional no âmbito da Indústria 4.0.

### 6.3 PERSPECTIVAS PARA FUTUROS ESTUDOS

Espera-se que os resultados do presente estudo possam contribuir para o desenvolvimento de trabalhos futuros de modo a aprofundar a temática e abrir espaço para outras discussões. Sugere-se, portanto:

- Desenvolver estudos com uma atenção especial para a relação entre as competências e habilidades e as tecnologias digitais da Indústria 4.0;
- Desenvolver estudos reaplicando a perspectiva aqui adotada para casos múltiplos envolvendo o ensino profissional de nível superior em outros centros e/ou IES;
- Desenvolver estudos reaplicando a perspectiva aqui adotada para casos múltiplos envolvendo o ensino técnico-profissional de nível médio da rede pública ou privada;
- Desenvolver estudos para medir o nível de importância da temática sob a ótica de administradores e futuros administradores;
- Desenvolver estudos para mapear o perfil dos administradores necessários para atuar no horizonte da quarta revolução industrial;
- Desenvolver estudos para medir o nível de informatização e digitalização das indústrias sergipanas.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; ELIENESIO, Maria Luiza Bufalari; AIRES, Aline dos Santos; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe; ARAGÃO JUNIOR, Dmontier Pinheiro. Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura. In: Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais do XXVI SIMPEP**. São Paulo: Bauru, 2017, p. 01-13. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep\\_todos.php?e=12](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_todos.php?e=12)>. Acesso em: 25 abr. 2018.

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação. **Anais do VII CIKI**. Paraná: Foz do Iguaçu, 2017a. Disponível em: <<http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314/153>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento. In: Seminário Internacional de Universidades Corporativas e Escolas de Governo. **Anais do I SUCEG**. Santa Catarina: Florianópolis, 2017b. Disponível em: <<http://anais.suceg.ufsc.br/index.php/suceg/article/view/49/17>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

ANDRADE, Karen. O desafio da Educação 4.0 nas escolas. **Empresas e Negócios**. São Paulo, 13 mar. 2018. P. 07. Disponível em: <[http://jornalempresasenegocios.com.br/PDFc/3584/pagina\\_07\\_ed\\_3584.pdf](http://jornalempresasenegocios.com.br/PDFc/3584/pagina_07_ed_3584.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2018.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Engenharia. In: XIII *International Conference on Engineering and Technology Education*, Guimarães, Portugal, p. 110-116, mar. 2014. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/intertech2014/proc/works/25.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

BITTENCOURT, Priscilla Aparecida Santana; ALBINO, João Pedro. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 01, p. 205-214, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/9433/6260>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

BORDENAVE, Juan Díaz; PEREIRA, Adair Martins Pereira. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 33. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2015.

BRANDÃO, Pollyanna de Araújo Ferreira; CAVALCANTE, Ilane Ferreira; MORAIS, Jaciária de Medeiros. O uso das tecnologias na educação profissional: de uma visão tecnicista à formação humana integral. In: VI Simpósio Internacional Trabalho, Relações de Trabalho, Educação e Identidade. **Anais do VI SITRE**. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <[http://www.sitre.cefetmg.br/arquivos/Anais/GT-04/sitreGT04p512\\_-\\_O\\_uso\\_das\\_tecnologias\\_na\\_educaxo\\_profissional\\_de\\_uma\\_visxo\\_tecnicista\\_x\\_formaxo\\_humana\\_integral.pdf](http://www.sitre.cefetmg.br/arquivos/Anais/GT-04/sitreGT04p512_-_O_uso_das_tecnologias_na_educaxo_profissional_de_uma_visxo_tecnicista_x_formaxo_humana_integral.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2018.

BRASIL. Decreto-lei nº 269, de 28 de fevereiro de 1967. **Autoriza o Poder Executivo a instituir a Fundação Universidade Federal de Sergipe e dá outras providências.** Brasília, 28 fev. 1967. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/Del0269.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/Del0269.htm)>. Acesso em: 22 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. **Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Brasília, 11 mar. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2018.

BRUNO, Flávio da Silveira. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030.** 1 ed. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

CARON, Aline. **A Educação 4.0 já é realidade!** Positivo Tecnologia, 27 dez. 2017. Disponível em: <<https://www.positivoteduc.com.br/educacao-4-0/a-educacao-40-ja-e-realidade/>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica.** 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO – CETIC. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras.** São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2017. Disponível em: <[http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC\\_EDU\\_2016\\_LivroEletronico.pdf](http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_EDU_2016_LivroEletronico.pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2018.

COLOMBO, Andréa Aparecida; BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A metodologia da problematização com o arco de maguerez e sua relação com os saberes de professores. **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: 28 fev. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Mapa estratégico da indústria 2013-2022.** Brasília: CNI, 2013.

\_\_\_\_\_. **Sondagem Especial Indústria 4.0.** Indicadores CNI, ano 17, n. 02, 2016. Disponível em: <[http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdotrabalho/media/publicacao/chamadas/Sondagem\\_Special\\_Industria4.0\\_Abril2016.pdf](http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdotrabalho/media/publicacao/chamadas/Sondagem_Special_Industria4.0_Abril2016.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Ensino de engenharia: fortalecimento e modernização.** Propostas da indústria eleições 2018. Brasília: CNI, 2018a, v. 7, 32 p.

\_\_\_\_\_. **Educação: a base da competitividade.** Propostas da indústria eleições 2018. Brasília: CNI, 2018b, v. 6, 42 p.

\_\_\_\_\_. **Indústria 4.0 e digitalização da economia.** Propostas da indústria eleições 2018. Brasília: CNI, 2018c, v. 32, 50 p.

CÔRTE, Glauco José. **Educação 4.0**. Vvale. Artigo, 14 abr. 2018. Disponível em: <<http://www.vvale.com.br/artigo/educacao-4-0/>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DAVIES, Ron. **Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth**. União Européia: European Parliamentary Research Service (EPRS), 2015.

DEIDMAR, Gabriel Lima Caitano; SOBREIRA, Demóstenes da Silva; LIMA, Welton Dias de. Internet das coisas na Educação. **Revista Tecnologias em Projeção**, v. 08, n. 02, p. 67-78, 2017. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao4/article/view/1007/840>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

DELOITTE. **Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. The Creative Studio/Deloitte AG, 2015. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neuman. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 04, n. 01, p. 268-288, 2017. Disponível em: <<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/viewFile/404/295>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY (BMW*i*). **Autonomics for Industry 4.0**. Berlin: LoeschHundLiepold Kommunikation GmbH, 2016.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. **Panorama da Inovação: Indústria 4.0**. Rio de Janeiro: DIN/GIE, 2016.

FUNDAÇÃO DE CRÉDITO EDUCATIVO – FUNDACRED. **A escola está preparada para a Educação 4.0?** Inovação, 12 abr. 2018. Disponível em: <<https://www.fundacred.org.br/site/2018/04/12/escola-esta-preparada-para-educacao-4-0/>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

GAROFALO, Débora. **Educação 4.0: o que devemos esperar**. Nova Escola Tecnologia. 07 mar. 2018. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/9717/educacao-4-0-o-que-devemos-esperar>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

GEWEHR, Diógenes. **Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) na escola e em ambientes não escolares**. Rio Grande do Sul, 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino, Centro Universitário UNIVATES.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HEINDL, Andreas; WERBIK, Alexander; WINTER, Johannes; MAYER, Bernard dos Santos; ZARPELLON, Bruno Vath; REMANN, Florian. **Industrie 4.0: Possibilidades de**

colaboração com a cooperação para o desenvolvimento e a economia alemã na área de tecnologia/transfêrencia de know-how para o Brasil. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2016.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. Technische Universitat Dortmund, 2015. Disponível em: <[http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4\\_0-Scenarios.pdf](http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2018.

HILL, Manuela Magalhães; HILL, Andrew. **Investigação por questionário**. 2. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2012.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. National Academy of Science and Engineering. 2013.

LORENZ, Markus; RUBMANN, Michael, STRACK, Rainer; LUETH, Knud Lasse; BOLLE, Moritz. **Man and Machine in Industry 4.0: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?** The Boston Consulting Group (BCG), 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARION, José Carlos; MARION, Arnaldo Luís Costa. **Metodologias de Ensino na Área de Negócios**. São Paulo: Atlas, 2006.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.  
NASCIMENTO, Aline Arantes do; CZERNISZ, Eliane Cleide da Silva. Diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional técnica de nível médio: análise e inquietações. In: XII Congresso Nacional de Educação. **Anais do XII EDUCERE**. Paraná: Curitiba, 2015. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19774\\_9415.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19774_9415.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2018

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO – OIT. **As tecnologias da informação e a comunicação e a formação profissional**: refletindo sobre aprendizagem e desafios. Montevideu: OIT/Cinterfor, 2008.

PINTO, Geraldo Augusto. **A organização do trabalho no século XX: taylorismo, fordismo e toyotismo**. 3 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2013.

REIS, Edna Afonso; REIS, Ilka Afonso. **Análise Descritiva de Dados**. Relatório Técnico do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG: Belo Horizonte, 2002.

REVISTA EXAME. **Como construir o Brasil 4.0**. São Paulo, edição especial 1162, ano 52, n. 10, 30 mai. 2018.

RODRIGUES, Robson G. Educação 4.0. **Correio Brasiliense**, Brasília, 25 fev. 2018. Trabalho, p. 09. Disponível em: <[https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/2018-02/impressao\\_boxnet\\_2018-02-26\\_-\\_12h19m52s.pdf](https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/2018-02/impressao_boxnet_2018-02-26_-_12h19m52s.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2018.

RUBMANN, Michael, LORENZ, Markus; GERBERT, Philipp; WALDNER, Manuela; JUSTUS, Jan; ENGEL, Pascal; HARNISCH, Michael. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. The Boston Consulting Group (BCG), 2015.

SABO, Filip. **Industry 4.0: a comparison of the status in Europe and the USA**. Austrian Maschall Plan Foundation, 2015.

SANTOS, Aline Coêlho dos; FERRAZ FILHO, Braz da Silva; SILVA, Renata Oliveira da; BITTENCOURT, William; PEIXOTO, Régis Nepomuceno; MARCELINO, Roderval. Aprendizagem baseada em problema (pbl): uma inovação educacional? **Revista Cesumar**, v. 22, n. 02, p. 403-424, jul./dez. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/revcesumar/article/view/6137/3118>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

SANTOS, Beatrice Paiva; ALBERTO, Agostinho; LIMA, Tânia Daniela Felgueiras Miranda; CHARRUA-SANTOS, Fernando Manuel Bigares. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 04, n. 01, p. 111-124, 2018. Disponível em: <<http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/316>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SANTOS, Leandro Santana; OLIVEIRA, Kaio Eduardo de Jesus; ALVES, André Luiz. Sala de aula invertida e novas tecnologias: uma nova proposta de ensino. In: XI Encontro Internacional de Formação de Professores e X Fórum Permanente de Inovação Educacional, Aracaju **Anais...**, v. 09, n. 01, 2016. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/2169/707>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, Rafael de Amorim; NOVA, João Gabriel Gama Vila; VASCONCELOS, Rubem Ferreira Santos; CALADO, Ivo Augusto Andrade Rocha; BRANCO, Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo; BRAGA, Rosana, Teresinha Vaccare. Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologia, Cenários e Projeções. In: VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação. **Anais do VI WCBIE**. Pernambuco: Recife, 2017. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7514/5309>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SILVA, Renildo Franco da; CORREA, Emilce Sena. Novas tecnologias e educação: a evolução do processo de ensino e aprendizagem na sociedade contemporânea. **Revista Educação e Linguagem**, v. 01, n. 01, p. 23-35, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.fvj.br/revista/wp-content/uploads/2014/12/2Artigo1.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

SILVA JÚNIOR, Severino Domingos da; COSTA, Francisco José. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e *Phrase Completion*. **PMKT** –

**Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, v. 15, p. 01-16, out. 2014. Disponível em: <file:///D:/Downloads/15\_01\_edicao.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2018.

SIQUEIRA, José Ricardo Maia; BATISTA, Rodrigo Siqueira; MORCH, Rafael Borges, BATISTA, Romulo Siqueira. Aprendizagem baseada em problemas: o que os métodos podem ensinar para os contadores. **Contabilidade Vista e Revista**, Belo Horizonte, v. 20, n. 03, p. 101-125, jul./set. 2009. Disponível em: <<http://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/652/420>> Acesso em: 28 fev. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS. Plano **de desenvolvimento institucional (PDI) 2016-2020**. 2016. Disponível em:

<[http://oficiais.ufs.br/uploads/page\\_attach/path/1005/PDI-UFS\\_2016-2020\\_\\_1\\_-min.pdf](http://oficiais.ufs.br/uploads/page_attach/path/1005/PDI-UFS_2016-2020__1_-min.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2018.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

WEISER, Mark. **The Computer for the 21st Century**. Scientific American, p. 94-104, september, 1991. Disponível em: <<https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## **APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES DO CCET/UFS**

---

Prezado (a) Professor (a),

Sou Marcio Roque dos Santos da Silva, aluno do Departamento de Administração (DAD/UFS).

Este instrumento de pesquisa faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso cujo objetivo principal consiste em “Analisar como as tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional sob a ótica dos docentes e discentes do CCET/UFS”, sob a orientação da professora Dra. Maria Elena Leon. A partir do recorte estabelecido, o público-alvo deste questionário é o corpo docente dos seguintes Departamentos: DCEM, DCOMP, DEL, DEPRO, DEQ, DMEC, DTA, NUPETRO.

Os resultados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos. Ressalta-se que não há identificação por parte dos respondentes, garantindo o seu anonimato. Assim, ao preencher o presente questionário, o respondente dá ciência acerca da coleta, sistematização e apresentação dos dados.

Qualquer dúvida, coloco-me a disposição através do seguinte e-mail: santosmarcioadm@gmail.com.  
Agradeço à contribuição!

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

---

**1. Sexo**

Feminino  Masculino

**2. Departamento**

- Dep. de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM)  
 Dep. de Computação (DCOMP)  
 Dep. de Engenharia Elétrica (DEL)  
 Dep. de Engenharia de Produção (DEPRO)  
 Dep. de Engenharia Química (DEQ)  
 Dep. de Engenharia Mecânica (DMEC)  
 Dep. de Tecnologia de Alimentos (DTA)  
 Núcleo de graduação em Engenharia de Petróleo (NUPETRO)

**3. Maior titulação**

Especialista  Mestre (a)  Doutor (a)  
 Área: \_\_\_\_\_

**4. Tempo de trabalho na instituição**

Menos de 01 ano  Entre 01 e 05 anos  Entre 05 e 10 anos  
 Entre 10 e 20 anos  Mais de 20 anos

### **BLOCO II – CONTATO COM AS TECNOLOGIAS DIGITAIS LIGADAS À INDÚSTRIA 4.0**

---

**1. Numa escala de zero a dez, qual a sua proximidade com a temática Indústria 4.0?**

0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

**2. Quais das tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 você conhece e/ou já utilizou no ensino? (É possível selecionar mais de uma opção)**

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> <i>Big Data e Analytics</i>                 | <input type="checkbox"/> Robôs autônomos e automação | <input type="checkbox"/> Modelagem e Simulação |
| <input type="checkbox"/> Integração Horizontal e Vertical do Sistema | <input type="checkbox"/> Internet das Coisas         |  |
| <input type="checkbox"/> Cibersegurança                              | <input type="checkbox"/> Nuvem                       | <input type="checkbox"/> Fabricação Aditiva    |
| <input type="checkbox"/> Realidade aumentada                         | <input type="checkbox"/> Outra (s): _____            |  |

**3. Em qual (is) ambiente(s) você já utilizou alguma dessas tecnologias na formação profissional? (É possível selecionar mais de uma opção)**

- Sala de aula                       Pesquisa científica     Visita técnica     Laboratório  
 Campeonato/Olimpíadas     Projeto de extensão     Nunca utilizei

**4. Qual(is) a(s) metodologia(s) utilizada(s) no processo de ensino-aprendizagem no seu cotidiano profissional? (É possível selecionar mais de uma opção)**

- Colóquio                                       Seminário                                       Aula expositiva clássica  
 Aula dialogada (dialógica)               Aula magistral                                       Aula de demonstração  
 Aula prática                                       Aprendizagem Baseada em Problema (PBL)  
 Sala de aula invertida                       Arco de Manguerez                                       Outras: \_\_\_\_\_

**5. Você desenvolve/desenvolveu alguma pesquisa sobre a temática Indústria 4.0?**

( ) Sim ( ) Não

Em caso afirmativo, qual(is)? \_\_\_\_\_

**6. De zero a dez, qual o seu nível de satisfação com a utilização de tecnologias 4.0 no cotidiano profissional?**

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10

**7. De zero a dez, você se sente preparado para utilizar qualquer tecnologia digital ligada à Indústria 4.0 no processo de ensino-aprendizagem dos discentes?**

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10

**8. De zero a dez, o Projeto Pedagógico do seu curso está preparado para o cenário da Indústria 4.0?**

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10

**9. De zero a dez, como você avalia a importância do uso de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem?**

( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10

**BLOCO III – CONTRIBUIÇÃO DAS TECNOLOGIAS LIGADAS À INDÚSTRIA 4.0 PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

AFIRMATIVAS	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. A instituição onde trabalho investe em tecnologias digitais avançadas.	( )	( )	( )	( )	( )
2. O uso de tecnologias digitais na formação profissional melhora a eficiência das aulas.	( )	( )	( )	( )	( )
3. O contato com as tecnologias digitais melhora a aprendizagem prática.	( )	( )	( )	( )	( )
4. A utilização de tecnologias digitais fortalece a relação entre teoria e prática.	( )	( )	( )	( )	( )
5. O uso de tecnologias digitais contribui para o desenvolvimento de competências multidisciplinares.	( )	( )	( )	( )	( )
6. O uso de tecnologias digitais contribui para o aperfeiçoamento da formação profissional.	( )	( )	( )	( )	( )

**BLOCO IV – DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INDÚSTRIA 4.0**

**1. De zero a dez, o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem contribui (ou pode contribuir) para o desenvolvimento de habilidades na formação profissional?**

HABILIDADES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inovação	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Criatividade	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Empreendedorismo	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Flexibilidade	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Raciocínio lógico e matemático	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Solução de problemas complexos	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Análise de dados e TI	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Comunicação	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Pensamento crítico	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
Trabalho em equipe	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

### **BLOCO V – IMPACTOS DO USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INDÚSTRIA 4.0 NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

---

- 1. Quais os benefícios da utilização das tecnologias da Indústria 4.0 na formação profissional?**

---



---



---



---

- 2. Quais os desafios e/ou limitações da utilização das tecnologias da Indústria 4.0 na formação profissional?**

---



---



---



---

## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DISCENTES DO CCET/UFS**

---

Prezado (a) aluno (a),

Sou Marcio Roque dos Santos da Silva, aluno do Departamento de Administração (DAD/UFS).

Este instrumento de pesquisa faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso cujo objetivo principal consiste em “Analisar como as tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional sob a ótica dos docentes e discentes do CCET/UFS”, sob a orientação da professora Dra. Maria Elena Leon. A partir do recorte estabelecido, o público-alvo deste questionário é os alunos dos seguintes Departamentos: DCEM, DCOMP, DEL, DEPRO, DEQ, DMEC, DTA, NUPETRO.

Os resultados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos. Ressalta-se que não há identificação por parte dos respondentes, garantindo o seu anonimato. Assim, ao preencher o presente questionário, o respondente dá ciência acerca da coleta, sistematização e apresentação dos dados.

Qualquer dúvida, coloque-me a disposição através do seguinte e-mail: santosmarcioadm@gmail.com.

Agradeço à contribuição!

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

---

**1. Sexo**

Feminino  Masculino

**2. Período**

1º  2º  3º  4º  5º  6º  7º  8º  9º  10º

**3. Departamento**

- Dep. de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM)  
 Dep. de Computação (DCOMP)  
 Dep. de Engenharia Elétrica (DEL)  
 Dep. de Engenharia de Produção (DEPRO)  
 Dep. de Engenharia Química (DEQ)  
 Dep. de Engenharia Mecânica (DMEC)  
 Dep. de Tecnologia de Alimentos (DTA)  
 Núcleo de graduação em Engenharia de Petróleo (NUPETRO)

### **BLOCO II – CONTATO COM AS TECNOLOGIAS DIGITAIS LIGADAS À INDÚSTRIA 4.0**

---

**1. Numa escala de zero a dez, qual a sua proximidade com a temática Indústria 4.0?**

0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

**2. Quais das tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 você conhece e/ou já utilizou no ensino? (É possível selecionar mais de uma opção)**

- Big Data e Analytics*       Robôs autônomos e automação       Modelagem e Simulação  
 Integração Horizontal e Vertical do Sistema       Internet das Coisas  
 Cibersegurança       Nuvem       Fabricação Aditiva  
 Realidade aumentada       Outra (s): \_\_\_\_\_

**3. Em qual (is) ambiente(s) você já utilizou alguma dessas tecnologias na formação profissional? (É possível selecionar mais de uma opção)**

- Sala de aula       Pesquisa científica       Visita técnica       Laboratório  
 Campeonato/Olimpíadas       Projeto de extensão       Nunca utilizei

**4. De zero a dez, qual o seu nível de satisfação com a utilização de tecnologias 4.0 na formação profissional?**

0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

