

# CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS ASSOCIADAS À INDÚSTRIA 4.0 PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL

CONTRIBUTIONS OF DIGITAL TECHNOLOGIES ASSOCIATED WITH INDUSTRY 4.0 TO VOCATIONAL TRAINING

## **Marcio Roque dos Santos da Silva**

Mestrando em Administração pelo Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública (PROPADM/UFS) (Sergipe/Brasil).  
Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).  
E-mail: santosmarcioadm@gmail.com

## **Maria Elena Leon Olave**

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (USP) (São Paulo/Brasil).  
Docente do Departamento de Administração da Universidade Federal de Sergipe (DAD/UFS),  
do Programa de Pós-graduação em Administração (PROPADM/UFS) e do Programa de Mestrado Profissional em Administração (PROFIAP/UFS) (Sergipe/Brasil).  
E-mail: mleonolave@gmail.com

Recebido em: 17 de janeiro de 2020

Aprovado em: 20 de março de 2020

Sistema de Avaliação: Double Blind Review

RGD | v. 17 | n. 2 | p. 82-110 | mai./ago. 2020

DOI: <https://doi.org/10.25112/rgd.v17i2.2047>

## RESUMO

Este artigo tem por objetivo analisar como as tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional, a partir da particularidade do ensino de engenharia na Universidade Federal de Sergipe (UFS). Metodologicamente, utilizou-se de um estudo de caso sob uma abordagem quanti-qualitativa, exploratória e descritiva, aplicando questionários com os docentes e discentes do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da UFS (CCET/UFS). Os resultados apontaram que a inserção das tecnologias digitais na formação profissional traz contribuições quanto à 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, culminando no aprimoramento do processo de formação. A análise indicou ainda impactos do uso das tecnologias digitais na formação profissional, revelando que, 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 contribuições no que tange à melhoria das condições de ensino, atualização profissional e desenvolvimento de habilidades e competências essenciais ao contexto da Indústria 4.0.

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

## ABSTRACT

This article aims to analyze how digital technologies linked to Industry 4.0 can contribute to the improvement of professional training, based on the particularity of engineering education at the Federal University of Sergipe (UFS). Methodologically, we used a case study under a quantitative-qualitative, exploratory and descriptive approach, applying questionnaires with professors and students at the Center for Exact Sciences and Technology at UFS (CCET/UFS). The results showed that the insertion of digital technologies in professional training brings contributions regarding the modernization of teaching systems, through the adaptation of school curricula and pedagogical course projects, and the structuring of a space that simulates the environment that graduates will find in labor market, culminating in the improvement of the training process. The analysis also indicated impacts of the use of digital technologies in professional training, revealing that, 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 contributions regarding the improvement of teaching conditions, professional updating and development of skills and competencies essential to the context of Industry 4.0.

**Keywords:** Digital technologies and teaching. Professional qualification. Industry 4.0..

## 1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 tem transformado os sistemas produtivos por meio da automação e digitalização de processos, produtos e modelos de negócios, difundido o uso de tecnologias por diversos âmbitos da sociedade. Essas transformações societárias têm demandado a qualificação de profissionais nas diversas áreas do conhecimento para atender aos anseios da economia digital, criando, assim, novos desafios para a educação brasileira, especialmente, no âmbito da formação profissional. Nesse sentido, a educação superior, além da sua função social, assume papel importante na manutenção dos níveis de produtividade e competitividade.

Considera-se esse cenário como uma nova revolução tecnológica, tendo em vista a capacidade de modificar a maneira como se vive, se trabalha e, até mesmo, a dinâmica das relações sociais, mediante a alta complexidade dos avanços tecnológicos. Essas transformações estimulam a mudança de paradigma quanto à utilização das tecnologias digitais para o desenvolvimento mais eficiente de atividades cotidianamente, culminando, assim, na necessidade de reformular adequadamente não apenas a infraestrutura produtiva, como também os sistemas de educação (SCHWAB, 2016; SCHWAB; DAVIS, 2018; RUBMANN *et al.*, 2015).

Não obstante, Raizer (2014, p. 164) afirma que “[...] as sociedades modernas deparam-se com transformações em escala, força e brutalidade comparáveis as experienciadas durante a passagem das sociedades agrárias para as industriais”. Transformações essas que afetam, por exemplo, a realidade das organizações e do trabalho, possibilitando reflexões acerca do impacto delas em diversos domínios da vida social, onde pode-se inferir, aqui, o impacto também nos sistemas de educação.

A discussão acerca da Indústria 4.0 nas Instituições de Ensino Superior (IES) 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 [...]” (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI, 2017, s. p.). Essa adaptação prevê condições que ofereçam aos alunos uma formação mais multidisciplinar, sistêmica e alinhada às necessidades da economia digital (CNI, 2018a).

Dados obtidos por meio da PNAD/IBGE/2017<sup>1</sup> oferecem um panorama da educação brasileira: 6,9 milhões de jovens com idade entre 18 e 24 anos não estão inseridos nas escolas, tampouco 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

<sup>1</sup> Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

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 IES. Particularizando o objeto de estudo, tem-se o exemplo dos cursos de engenharia que 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).

Nesse contexto, entende-se que, para a consolidação da Indústria 4.0, o Brasil tem desafios a enfrentar quanto à formação e qualificação profissional, visto 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 tende a impactar negativamente, entre outras coisas, no potencial de crescimento (CNI, 2018b, p. 11).

Assim, o objetivo do presente artigo consiste em analisar como as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional, a partir da particularidade do ensino de engenharia na UFS, considerando a percepção dos docentes e discentes do CCET. Objetivamente, essa área é a mais propícia a alavancar a inovação e competitividade da indústria, tendo em vista o papel fundamental desses profissionais no desenvolvimento tecnológico, atuando, entre outras linhas, na pesquisa, desenvolvimento e inovação. Além disso, “[...] as condições do ensino de engenharia ocupam [...] um lugar central nas discussões que envolvem a formulação e a execução de estratégias de desenvolvimento industrial” (CNI, 2018a, p. 13).

Este trabalho está dividido em quatro seções, além dessa introdução: na primeira, aborda-se o desenvolvimento teórico, contemplando os conceitos, características e tecnologias digitais acerca da Indústria 4.0, assim como o impacto das tecnologias digitais na formação profissional. Em seguida, os procedimentos metodológicos. Logo depois, apresenta-se a análise e discussão dos resultados e, por fim, as Considerações Finais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este referencial teórico discute elementos fundamentais para a compreensão do estudo e para subsidiar a posterior análise e discussão dos resultados.

## 2.1 INDÚSTRIA 4.0: CONCEITOS, CARACTERÍSTICAS E TECNOLOGIAS DIGITAIS

A Indústria 4.0 ou, mais expressivamente, Quarta Revolução Industrial, refere-se a um conjunto de transformações nos modelos de produção a partir da convergência e aplicação de tecnologias disruptivas nos sistemas industriais tradicionais. Essa nova reforma apoia-se na revolução digital, mediante a ascensão das *high-techs*, tendo em vista a ubiquidade e mobilidade da internet, sensores mais robustos, inteligência artificial e aprendizado de máquina (SCHWAB, 2016; VAIDYA; AMBAD; BHOSLE, 2018).

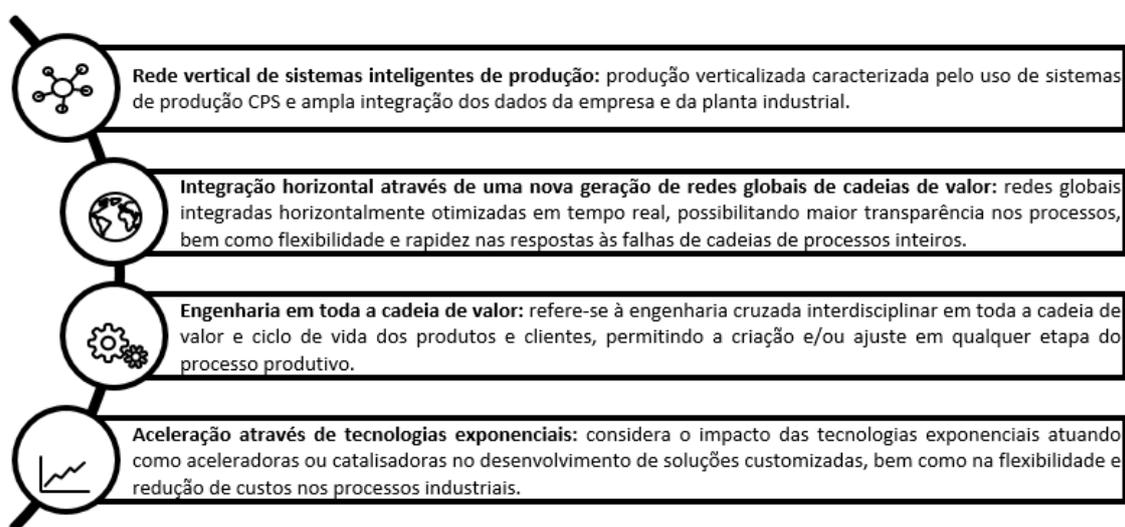
Do alemão *Industrie 4.0*, a origem do termo está ligada a um contexto de aumento da competitividade da manufatura global e a perda significativa da posição participativa da indústria alemã no valor agregado industrial global, tendo em vista a expressiva expansão industrial, econômica e social dos Tigres Asiáticos, por volta da década de 1970 (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN, 2016; SCHWAB, 2016). A expressão, mencionada a princípio em 2011 na Feira Hannover Messe (Alemanha), fazia alusão a um projeto do governo com o intuito de informatizar os sistemas produtivos, por meio da implementação de tecnologias avançadas que permitissem a interconexão entre os ambientes físicos e virtuais de produção, de modo a reestabelecer a sua competitividade e performance no valor agregado da indústria mundial (SCHWAB, 2016).

O supracitado projeto envolveu o desenvolvimento de estratégias e soluções em ciência e tecnologia para a incorporação das novas tecnologias nas indústrias, culminando no plano de ação *High Tech Strategy 2020 – Action Plan* (2010), cujo um dos eixos era a Indústria 4.0. O relatório final da estratégia foi veiculado na edição de 2013 da Feira Hannover, contendo as recomendações para a implementação da Indústria 4.0 (FIRJAN, 2016).

A compreensão disseminada acerca da Indústria 4.0 está ligada ao desenvolvimento de redes de trabalho na forma de Sistemas Ciber-físicos (CPS). No ambiente produtivo, esses sistemas compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e equipamentos de produção com capacidade para trocar informações de maneira autônoma, gerenciando os fluxos produtivos independentemente. Os produtos inteligentes armazenam seu próprio histórico produtivo, *status* e rotas alternativas de produção, podendo ser facilmente localizados (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Diante disso, apreende-se que, nos sistemas produtivos tecnologicamente avançados, os componentes, máquinas, produtos etc. são providos de inteligência artificial, mediante a utilização de sensores e memórias eletrônicas, interligando a dimensão física à virtual por meio da Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) e outras tecnologias de armazenamento de informações e processamento em nuvem; o que possibilita o controle descentralizado do processo produtivo (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015; SCHWAB; DAVIS, 2018).

Deloitte (2015) apresenta quatro características que contribuem para a compreensão da potencial capacidade de transformação da manufatura avançada, como mostra a Figura 1.

**Figura 1 – Características da Indústria 4.0**



**Fonte: Elaboração própria com base em Deloitte (2015).**

Além disso, Hermann, Pentek e Otto (2015) evidenciaram seis princípios fundamentais no que concerne a configuração do CPS nos processos produtivos: interoperabilidade, virtualização, descentralização, capacidade em tempo real, orientação para o serviço e modularidade. Esses princípios representam a forma que os sistemas produtivos devem ser operacionalizados mediante a inserção das tecnologias digitais.

As tecnologias digitais assumem um papel de destaque nesse cenário, por isso estudos e centros de pesquisas têm elencado as tecnologias mais representativas da Quarta Revolução Industrial. Segundo Rubmann *et al.* (2015), a Indústria 4.0 baseia-se, primordialmente, em nove pilares tecnológicos, como pode ser visto no Quadro 1.

**Quadro 1 – Pilares tecnológicos da Indústria 4.0**

Tecnologia	Descrição
Big Data e Analytics	Arquitetura computacional sistematizada e digitalizada com maior capacidade para processar e analisar grandes conjuntos de dados de forma precisa e imediata.
Robôs autônomos	Uso de robôs com maiores habilidades de cooperação, flexibilidade, autonomia e interação homem-máquina, mediante o conceito de inteligência artificial.
Simulação	Simula processos, máquinas e produtos físicos no campo virtual, conferindo maior assertividade nas tomadas de decisão e otimização de recursos.
Internet das Coisas	Conecta dispositivos, máquinas, ambientes e objetos por meio de sensores e inteligência artificial, permitindo a interação, compartilhamento e informações em tempo real.
Cibersegurança	Sistemas estratégicos com padrões de governança de TI, garantindo a segurança e confiabilidade das comunicações e transação de dados, especialmente, para IoT e armazenamento em nuvem.
Integração de sistemas	Sistema de integração horizontal e vertical da empresa, suas partes internas e <i>stakeholders</i> , formando uma cadeia de valor agregado.
Nuvem	Serviços orientados a dados armazenados virtualmente em um único lugar, melhorando a performance de processamento, custo, tempo e eficiência nas comunicações.
Fabricação aditiva	Sistemas de impressão 3D que ampliam as possibilidades de fabricação e customização de produtos, protótipos e peças específicas.
Realidade aumentada	Sistemas que suportam vários serviços, desde a operacionalização de processos e máquinas a distância a treinamento de colaboradores, por meio de dispositivos de realidade aumentada e virtual.

**Fonte: Elaboração própria com base em Rubmann *et al.* (2015)**

Afirma-se que essas tecnologias já são realidade em alguns sistemas de produção, entretanto, a tendência é que haja uma transformação nos fluxos produtivos, agregando células de produção, normalmente isoladas. Assim, “[...] 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).

No Brasil, o cenário industrial encontra alguns desafios devido à sensibilidade competitiva da indústria brasileira diante de grandes transformações, e a emergência e difusão de novas tecnologias representam tendências mundiais que impactam diretamente na atividade econômica e industrial com escoamento até 2022 (CNI, 2013). Entretanto, evidencia-se que o país tem se posicionado diante dessa revolução,

desenvolvendo ações para criar um ambiente favorável ao avanço tecnológico da manufatura nacional<sup>2</sup>. Conforme a CNI (2016), 48% das indústrias brasileiras utilizam pelo menos uma das dez tecnologias digitais da Quarta Revolução Industrial, demonstrando que, embora as dificuldades encontradas, o Brasil tem acompanhado os avanços tecnológicos. Entretanto, outros percentuais demonstram o atraso do setor, o que tem prejudicado a sua competitividade a nível global: 43% das indústrias não têm conhecimento sobre quais tecnologias podem elevar a competitividade do setor.

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%). Quanto aos desafios, 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 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) (CNI, 2016).

Além disso, a FIRJAN (2016, p. 17) afirma que um grande desafio com a chegada da Indústria 4.0 é “[...] 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”.

## 2.2 IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL

O cenário da Quarta Revolução Industrial sugere um novo processo de profissionalização dos indivíduos, visando o desenvolvimento de habilidades e competências alinhadas aos preceitos da economia digital. Corroborando com essa concepção, 42% das empresas participantes da pesquisa Sondagem Espacial Indústria 4.0 consideram que uma das três ações essenciais para a inserção de tecnologias digitais nos processos produtivos é o investimento em novos modelos de educação e programas de treinamento (CNI, 2016).

Para Schwab (2016, p. 32), “[...] as instituições acadêmicas costumam ser consideradas como um dos locais mais importantes para as ideias pioneiras”. Cordeiro e Pozzo (2015, p. 131) reforçam a ideia ao afirmar que “[...] as instituições de ensino são importantes atores na geração de conhecimento, aprendizagem e inovação”. Neste sentido, faz-se necessário criar mecanismos para melhor aproveitar

<sup>2</sup> No Brasil, o Governo Federal, por meio do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e da Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial, criou a *Agenda brasileira para a Indústria 4.0* com o intuito de criar estratégias para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no país.

o potencial tecnológico e investir em inovação, absorvendo as tendências tecnológicas mediante a capacidade que elas têm de impactar o cenário produtivo global.

No que concerne aos impactos causados nas profissões e ocupações, esse cenário exige do indivíduo o emprego de competências e habilidades dificilmente exploradas nos sistemas tradicionais. Reflete-se que os sistemas técnicos, embora tecnologicamente avançados, não suprirão, em sua completude, os conhecimentos, capacidades e habilidades humanas, sendo mais provável a valorização cada vez mais expressiva do trabalho humano como parte fundamental do sistema de produção, tendo as tecnologias como suporte para otimizar tais habilidades (BRUNO, 2016). Isso implica que, quanto maior o nível de inteligência dos sistemas de produção, maior o impacto associado ao papel exercido pelos indivíduos, que deverão estar mais apoiados no treinamento para a utilização de ferramentas digitais e *softwares* em detrimento da aprendizagem específica de máquina (LORENZ *et al.*, 2015).

Considerando a ampla possibilidade de aplicações na Indústria 4.0, faz-se necessária a aproximação entre as indústrias e instituições de ensino, objetivando, por meio de uma interlocução contínua, assegurar adequados níveis de treinamento, formação e qualificação profissional, atendendo às demandas da economia digital. (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; LORENZ *et al.*, 2015).

Nessa conjuntura, Heindl *et al.* (2016, p. 07-08) reforçam a necessidade de “[...] 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”. Por isso, é substancial a adequação dos modelos de ensino-aprendizagem, por meio da utilização de metodologias de ensino que favoreçam o contato com a prática profissional e com o uso das tecnologias digitais, como o exemplo das metodologias ativas. Ou seja, é preciso modificar diversos aspectos do ambiente educacional, a começar pelo próprio fazer pedagógico de ensino (CORDEIRO; POZZO, 2015).

Afirma-se que as Universidades e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) desempenham significativas atribuições no ecossistema de inovação, o que dá subsídio para o aprofundamento da investigação no *locus* de pesquisa. 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, relacionando-se, estrategicamente, com outras organizações, como pode ser visto na Figura 2 (CNI, 2018c).

**Figura 2 – Estrutura de oferta de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0**  
**Figura 6 – Estrutura de oferta de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0**



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

A compreensão dessa estrutura possibilita apreender o papel e os desafios que os sistemas de ensino possuem 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.

Diante disso, a adaptação dos sistemas de ensino ao cenário da Indústria 4.0, mediante a inclusão de tecnologias digitais na prática de ensino, vem sendo discutida por meio da expressão Educação 4.0 (RODRIGUES, 2018; ANDRADE, 2018). Salientando, nesse ponto, a necessidade de realizar a inserção desses recursos tecnológicos de maneira adequada, alinhando a metodologias de ensino que garantam melhor eficiência no processo de ensino-aprendizagem, como as metodologias ativas. Segundo Cordeiro e Pozzo (2015, p. 136), “[...] o ensino superior, as universidades, avançaram ao atrelar o seu processo de ensino-aprendizagem às questões mais práticas”, demonstrando, dessa forma, a preocupação com a dinâmica estabelecida pelo contexto das transformações sociais (RAIZER, 2014).

As metodologias de aprendizagem ativas, aliadas aos recursos tecnológicos, tornam-se uma alternativa substancial para a preparação dos profissionais para o mercado de trabalho. Essas metodologias abrangem métodos de ensino-aprendizagem, cujo ambiente de aprendizagem proporciona ao aluno o desenvolvimento de uma visão crítica, analítica e reflexiva acerca da realidade, onde a construção do conhecimento ocorre de maneira contextualizada, tendo em vista a interação entre o aluno e o objeto estudado (BORDENAVE; PEREIRA, 2015; BARBOSA; MOURA, 2014). O professor assume, nesse processo, a função de intermediador e orientador, ao passo que o aluno assume um papel ativo no processo de

aprendizagem, indo além da ideia do provedor e receptor de conhecimento (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Cordeiro e Pozzo (2015, p. 137) argumentam que “[...] modificar, portanto, a centralidade no processo de aprendizagem é uma das principais inovações que os sistemas educacionais precisam fazer”.

Um desafio para o ensino, diante das transformações societárias, é tornar o processo de ensino-aprendizagem mais atrativo, o que pode ser contornado por meio da imersão em metodologias criativas e inovadoras, onde o aluno tenha uma participação ativa na produção dos saberes (SIQUEIRA *et al.*, 2009). Uma das formas de transformar os sistemas educacionais é, justamente, por meio das metodologias usadas em sala de aula (CORDEIRO; POZZO, 2015). Diante disso, torna-se essencial a inclusão de disciplinas, práticas e metodologias, nos planos de ensino de universidades e outras instituições de formação profissional, de modo a reforçar a relação entre teoria e prática para acompanhar essas mudanças contextuais (MARION; MARION, 2006). Algumas dessas metodologias envolvem: o Aprendizado Baseado em Problemas (PBL); a Sala de Aula Invertida; e o Arco de Maguerez.

Bittencourt e Albino (2017) afirmam que as tecnologias estão cada vez mais presentes no cenário educacional do século XXI e a utilização desses recursos tem sido essencial para dar suporte ao ensino multidisciplinar e às metodologias ativas de ensino.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Os resultados deste artigo são frutos da pesquisa intitulada “Tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 na formação profissional: um estudo de caso no CCET/UFS”, desenvolvida no âmbito do Departamento de Administração da Universidade Federal de Sergipe.

Conforme o principal objetivo deste estudo, qual seja analisar como as tecnologias digitais ligadas à Indústria 4.0 podem contribuir para o aprimoramento da formação profissional, realizou-se uma pesquisa exploratória, descritiva e transversal, com abordagem mista, envolvendo aspectos quantitativos e qualitativos. A coleta e produção dos dados teve como base o levantamento de dados primários, com a aplicação de questionários. A pesquisa quantitativa caracteriza-se pela utilização da quantificação na coleta, tratamento e análise dos dados, por meio de técnicas estatísticas e matemáticas, descrevendo numericamente tendências, opiniões ou atitudes acerca de determinado fenômeno. Já a pesquisa qualitativa propõe análises e elucidações de aspectos mais intrínsecos, buscando interpretar e compreender as relações acerca da complexidade do problema sem o uso de recursos estatísticos (MARTINS; THEÓPHILO, 2009; MARCONI; LAKATOS, 2009; VERGARA, 2009).

Do ponto de vista dos procedimentos técnico-instrumentais, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, necessária para qualquer pesquisa científica, pois permite a construção de uma base teórica fundamentada;

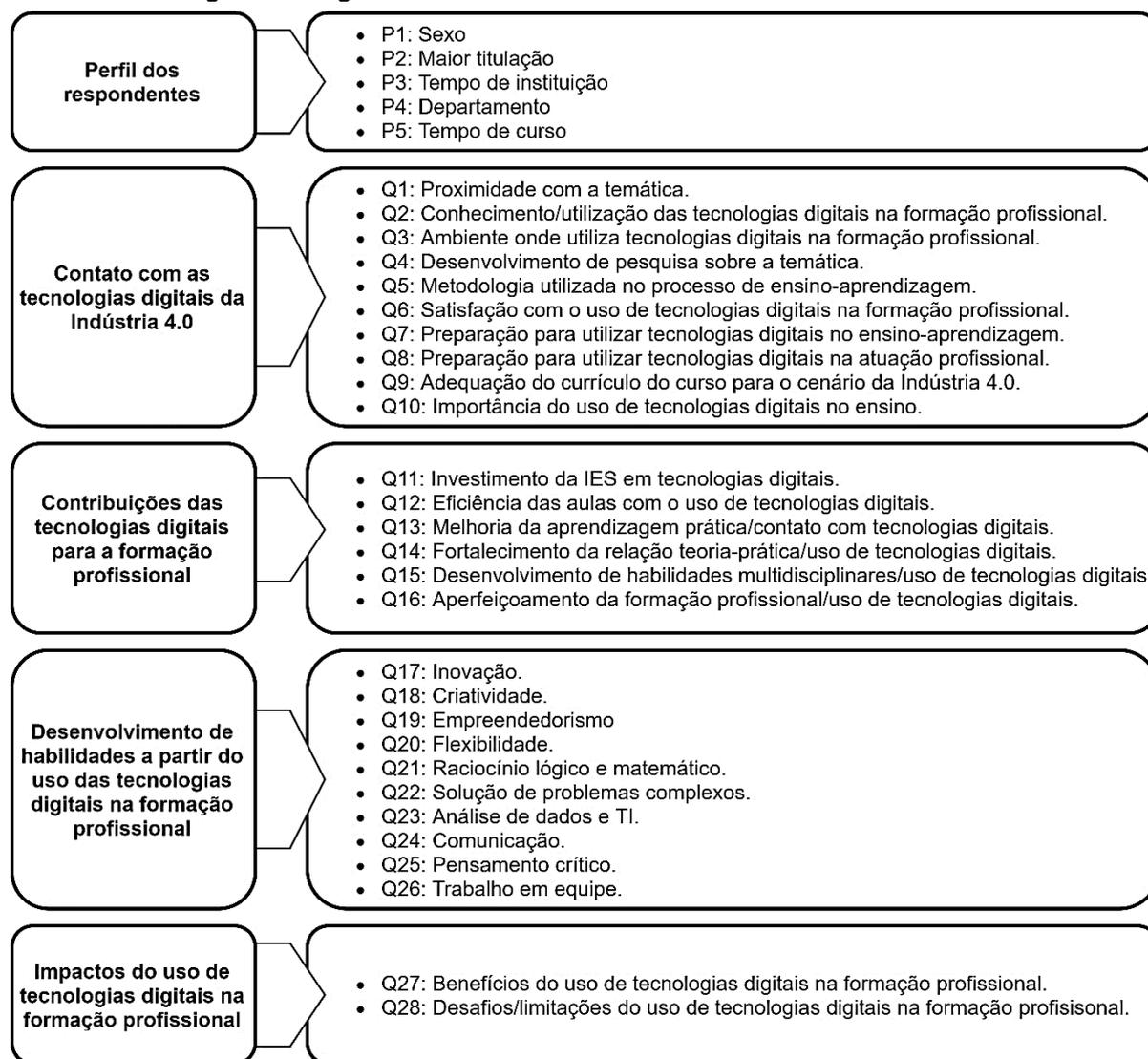
pesquisa documental com base nos relatórios de organizações como a CNI; e estudo de caso que, para Yin (2010), consiste num método abrangente que pode envolver o estudo de um único ou múltiplos casos, compreendendo o planejamento, coleta e análise de dados. No caso desta pesquisa, estudou-se um único, tendo como *lôcus* de pesquisa o CCET/UFS, especialmente a particularidade dos cursos de engenharia.

Os critérios para a escolha do caso estão associados ao contexto das revoluções industriais que surgem a partir da intervenção de novas técnicas que transformam os meios produtivos. A área de conhecimento das engenharias é uma das principais áreas propícias a avançar a inovação e competitividade da indústria, como afirma a CNI (2018a). 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.

Para atender ao objetivo, foi aplicado um questionário junto a 20 docentes e 67 discentes de 8 dos 15 departamentos que compõem o CCET/UFS por meio, principalmente, dos *e-mails* auxiliados pelo Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA). É necessário mencionar que esse filtro foi realizado considerando a pesquisa Sondagem Espacial Indústria 4.0 da CNI (2016), mencionada anteriormente, que revelou os setores que mais aplicam tecnologias nos seus processos produtivos. A proximidade dos cursos com esses setores justifica a seleção dos 8 departamentos envolvidos na pesquisa: Departamento de Engenharia da Produção (DEPRO), Tecnologia de Alimentos (DTA), Engenharia Mecânica (DMEC), Engenharia Química (DEQ), Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM), Computação (DCOMP), Engenharia Elétrica (DEL), e Núcleo de Engenharia de Petróleo (NUPETRO).

O instrumento de coleta de dados, como representado na Figura 3, foi composto por questões abertas e fechadas. Considerou-se a escala *Likert* de cinco pontos (variando de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”) e a escala *Pharse Completion* de onze pontos (composto pelos agrupamentos “baixa intensidade”, “intensidade moderada” e “alta intensidade”) para as questões fechadas (Q1, Q2, Q3 e Q5 a Q26). As questões Q4, Q27 e Q28 foram de livre resposta. Já as questões de P1 a P5 foram de múltipla escolha.

**Figura 3 – Categorias e elementos de análise do instrumento de coleta de dados**



**Fonte: Elaboração própria.**

Para o tratamento, interpretação e análise dos dados utilizou-se a Análise Descritiva, por meio de métodos estatísticos descritivos. Após coletar os dados, eles foram tabulados, organizados e categorizados de modo a permitir uma análise mais sistemática, por meio da análise da escala. Os dados obtidos foram analisados com o auxílio da ferramenta de cálculo *Microsoft Office Excel*, possibilitando a elaboração de gráficos, tabelas e outros recursos visuais para dar subsídio à 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.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados e discussões dos dados coletados à luz da construção teórica empreendida na pesquisa.

### 4.1 PERFIL DOS RESPONDENTES DA PESQUISA

Conforme os dados dispostos na Tabela 1, a maior parte dos docentes que aderiram à pesquisa são dos Departamentos de Engenharia da Produção (DEPRO) e Tecnologia de Alimentos (DTA), tendo uma representatividade de 40% do total. Não houve respondentes do Núcleo de Engenharia de Petróleo (NUPETRO).

**Tabela 1 – Perfil dos respondentes**

<b>Características</b>		<b>Docentes</b>	<b>Discentes</b>
<b>Sexo</b>	Masculino	16	48
	Feminino	04	19
<b>Maior Titulação</b>	Especialização	00	-
	Mestrado	01	-
	Doutorado	19	-
<b>Tempo de instituição</b>	Menos de 01 ano	01	-
	De 01 a 05 anos	03	-
	De 06 a 10 anos	10	-
	De 11 a 20 anos	05	-
	Mais de 20 anos	01	-
<b>Departamento</b>	DCEM	02	07
	DCOMP	02	15
	DEL	02	16
	DEPRO	04	10
	DEQ	03	05
	DMEC	03	06
	DTA	04	05
	NUPETRO	00	03
<b>Tempo de curso</b>	1° ao 5° semestre letivo	-	18
	6° ao 10° semestre letivo	-	49
<b>Total</b>		<b>20</b>	<b>67</b>

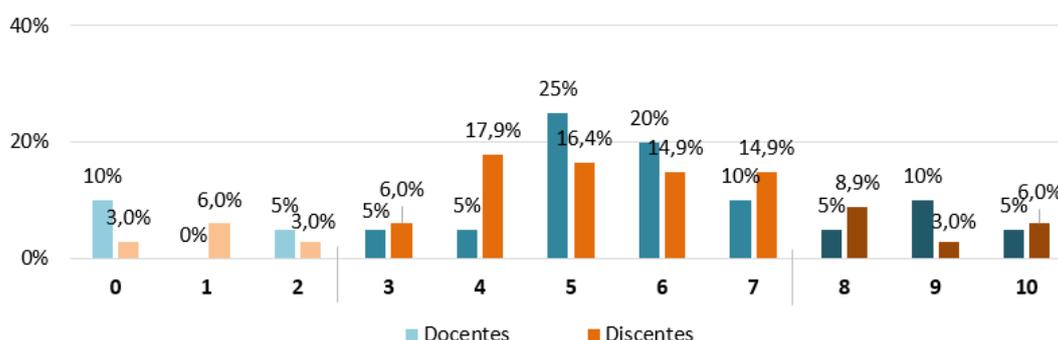
Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que 95% dos docentes possuem doutorado e 50% atuam na instituição de ensino de 06 a 10 anos. Com relação ao sexo, 80% dos respondentes são homens e 20% são mulheres. Reflete-se que, embora haja mudanças no cenário do mercado de trabalho, na área das engenharias ainda prevalecem, majoritariamente, os indivíduos do sexo masculino, tendo pouca inserção das mulheres. Quanto à titulação, cabe ressaltar como fator positivo a predominância de doutores, sendo o mais alto grau acadêmico, com experiência em pesquisas científicas. As principais áreas de especialização desses docentes estão diretamente ligadas a Informática e Educação, Interface Humano Computador, Inovação tecnológica, Modelagem, simulação e otimização de processos químicos, e Robótica e Instrumentação Eletrônica, versando diretamente com a discussão das tecnologias da Indústria 4.0. Quanto aos discentes, a maioria deles são do DEL, DCOMP e DEPRO, somando uma representatividade de cerca de 61%. A maior parte dos respondentes já se encontra na segunda metade do curso, 73,2%, o que dá maior subsídio para a análise quanto ao contato e percepção acerca das tecnologias digitais. Quanto ao indicador sexo, 71,6% dos respondentes são do sexo masculino e 28,4% feminino.

#### 4.2 CONTATO COM AS TECNOLOGIAS DIGITAIS ASSOCIADAS À INDÚSTRIA 4.0

Com relação a **Q1**, proximidade com a temática, os dados mostram que 65% dos docentes possuem uma proximidade mediana com a temática, ao passo que 20% possuem uma proximidade muito significativa. Quanto aos discentes, 70,1% possuem uma proximidade mediana (Gráfico 1).

**Gráfico 1 – Proximidade com a temática**



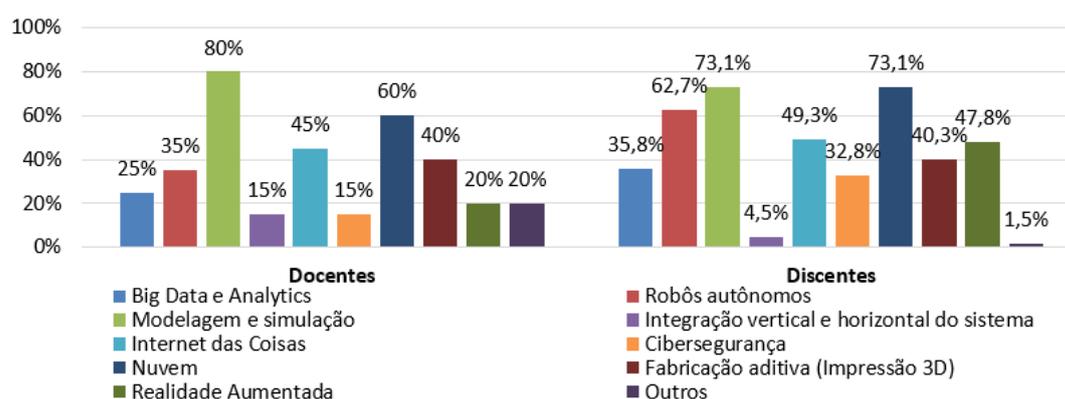
**Fonte: Dados da pesquisa.**

Essa aproximação está relacionada à própria natureza da área, tendo em vista que faz parte da formação dos engenheiros desenvolver um perfil “[...] capacitado a absorver e desenvolver novas

tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas” (BRASIL, 2002, p. 01).

Para **Q2**, com relação ao conhecimento dos docentes acerca das tecnologias digitais representativas da Indústria 4.0, as tecnologias mais conhecidas e/ou utilizadas são: Modelagem e simulação (80%); Processamento em Nuvem (60%); e Internet das Coisas (45%). Já a Integração horizontal e vertical do sistema (15%) e a Cibersegurança (15%) são as tecnologias digitais menos conhecidas. Para os discentes, Modelagem e simulação (73,1%) e Processamento em Nuvem (73,1%) são as mais conhecidas, ao passo que a menos conhecida é, também, a Integração horizontal e vertical de sistemas (4,5%), como mostra o Gráfico 2.

**Gráfico 2 – Conhecimento dos respondentes sobre as tecnologias digitais**

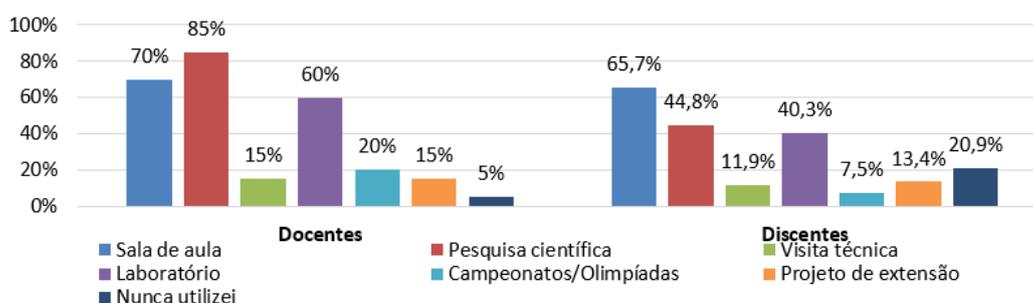


**Fonte: Dados da pesquisa.**

Inferir-se que o destaque para as tecnologias de nuvem pode estar associado ao fato de serem tecnologias mais comumente utilizadas no fazer profissional e pessoal, pois permitem o armazenamento, processamento e acesso de informações em qualquer lugar. Por conseguinte, Albertin *et al.* (2017) afirmam que a Simulação e a Internet das Coisas já estão sendo implementadas nas indústrias, porém, a Integração horizontal e vertical de sistemas ainda é uma realidade distante, o que pode justificar o maior conhecimento dos docentes em relação àquelas tecnologias, em detrimento dessa última.

No que se refere à **Q3**, 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, como expresso no Gráfico 3.

**Gráfico 3 – Ambiente em que os respondentes já utilizaram tecnologias digitais na formação profissional**



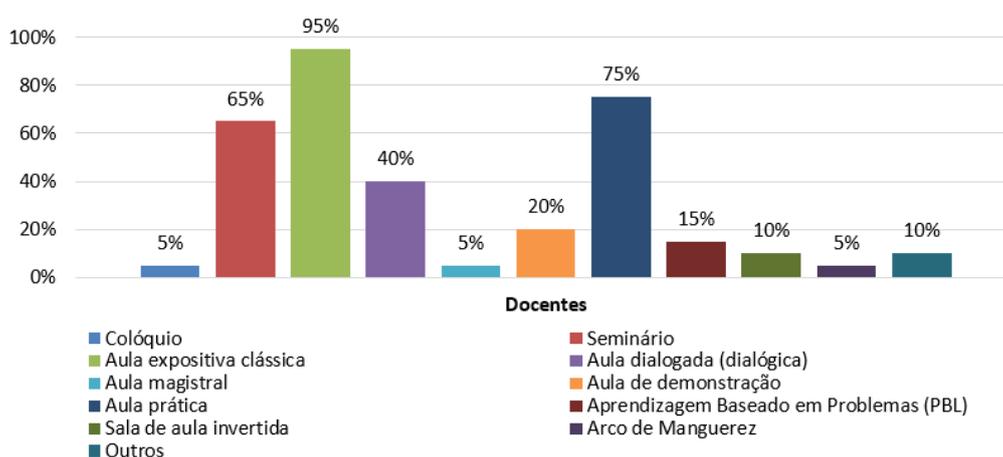
Fonte: Dados da pesquisa.

Em acordo com essa percepção, os ambientes onde os discentes já tiveram contato com alguma dessas tecnologias foram Sala em de Aula (65,7%), Pesquisa Científica (44,8%) e Laboratório (40,3%). Destaca-se como ponto positivo o laboratório entre os ambientes mais utilizados, corroborando com as recomendações da CNI (2018a) e a percepção de outros autores, como Andrade (2018), com relação à valorização da aprendizagem prática no contexto dos avanços tecnológicos. Em contrapartida, ressalta-se, conforme os dados do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da UFS 2016-2020, que as condições de funcionamento dos laboratórios, oficinas e espaços experimentais da instituição obtiveram dimensão crítica na avaliação dos docentes, uma vez que entre 58% e 69% deles avaliaram com nota até 5 para esses ambientes. Além disso, apenas 30% dos alunos da UFS estão satisfeitos com a infraestrutura dos laboratórios (UFS, 2016).

Considerando **Q4**, ainda que grande parte dos docentes tenham utilizado algumas das tecnologias, expressivamente, em pesquisas, como mostram os dados discutidos anteriormente, quando questionados sobre o desenvolvimento de pesquisas envolvendo a temática Indústria 4.0, 85% dos docentes responderam que nunca desenvolveram pesquisa científica sobre a temática, o que revela uma inconsistência entre as informações, já que 85% dos docentes afirmaram já terem abordado tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 em pesquisas científicas (**Q3**). Os 15% restantes já desenvolveram pesquisas relacionadas, entre outras coisas, a: Modelagem e Simulação; *Smart City*, *Hackathon* e *HackaTruck*; Montagem de *Single Board Computer* e automação de ares condicionados; e Robótica móvel e manipuladores.

Com relação à **Q5**, 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%), como mostra o Gráfico 4.

**Gráfico 4 – Metodologias utilizadas pelos docentes no processo de formação profissional**



**Fonte: Dados da pesquisa.**

Os dados revelam que a formação profissional das engenharias da IES ainda está enraizada nos métodos tradicionais de ensino, contrapondo o que foi visto na literatura, tendo em vista que as metodologias ativas atreladas às 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 Industrial (SILVA *et al.*, 2017; LORENZ *et al.*, 2015; BARBOSA; MOURA, 2014). Isso porque, segundo Cordeiro e Pozzo (2015, p. 136), a maneira de adquirir conhecimento dos estudantes mudou e “[...] a quantidade de estímulos e maneiras de interação são outras e precisam ser contempladas no processo de ensino”.

De acordo com **Q6**, sobre o nível de satisfação dos respondentes com a utilização de tecnologias 4.0 no cotidiano profissional, a pesquisa expôs que: 50% dos docentes estão razoavelmente satisfeitos, e 35% estão muito satisfeitos. Esses apresentam-se como dados críticos 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 é considerável. O que demonstra, portanto, uma inconsistência e distanciamento entre as informações. Já com relação ao nível de satisfação dos discentes: 46,3% estão razoavelmente satisfeitos e 34,3% estão muito satisfeitos, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2 – Contato dos respondentes com as tecnologias digitais**

	Varição (%)	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
<b>Docentes</b>	Baixa Intensidade	15	15	-	20	0
	Intensidade Moderada	50	70	-	65	25
	Alta Intensidade	35	15	-	15	75
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	-	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Discentes</b>	Baixa Intensidade	19,4	-	26,9	29,8	3
	Intensidade Moderada	46,3	-	52,2	52,3	12
	Alta Intensidade	34,3	-	20,9	17,9	85
	<b>Total</b>	<b>100</b>	-	100	100	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme **Q7**, revela-se que 70% dos docentes sentem-se razoavelmente preparados para utilizar as tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem. Pode-se considerar 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). Em contrapartida, Cordeiro e Pozzo (2015) constataram em seu estudo que uma das dificuldades de inovar no ambiente de ensino está atrelada, justamente, à formação docente.

Com relação ao nível de preparação dos discentes para utilizar as tecnologias digitais na atuação profissional, conforme **Q8**: 52,2% sentem-se razoavelmente preparados; 20,9% está muito preparado; e 26,9% está pouco preparado. Esse resultado pode ser 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). Sendo, portanto, relevante reafirmar a necessidade de adequação da formação profissional, com vista à estruturação apropriada dos cursos e carreiras.

Com relação à adequação dos Projetos Pedagógicos de Curso (**Q9**) para o contexto atual, os dados revelaram que 65% dos docentes acreditam que os Projetos Pedagógicos de Curso estão razoavelmente adequados ao cenário da Indústria 4.0. Os discentes corroboram essa percepção (52,3%). Essa adequação é importante, como pôde ser visto durante as discussões teóricas, cabendo evidenciar a recomendação da CNI (2018a) para a inovação dos projetos pedagógicos.

Com relação à **Q10**, a pesquisa questionou sobre a importância do uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem: 75% dos docentes e 85% dos discentes consideram muito importante. Isso reforça que, embora as controvérsias com relação às 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.

#### 4.3 CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Buscou-se avaliar as contribuições que as tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 podem trazer para a formação profissional a partir de 6 afirmativas (Q11, Q12, Q13, Q14, Q15 e Q16). Os dados da pesquisa estão dispostos na Tabela 3.

**Tabela 3 – Contribuições das tecnologias digitais para a formação profissional**

	Varição (%)	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16
<b>Docentes</b>	Discordo totalmente	10	0	0	0	0	5
	Discordo parcialmente	50	5	0	0	0	0
	Indiferente	20	5	5	10	5	5
	Concordo parcialmente	15	50	55	60	55	45
	Concordo totalmente	5	40	40	30	40	45
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Discentes</b>	Discordo totalmente	26,9	3	4,5	3	4,5	4,5
	Discordo parcialmente	43,3	0	0	0	0	0
	Indiferente	8,9	6	3	1,5	7,5	3
	Concordo parcialmente	14,9	41,8	28,3	35,8	32,8	23,9
	Concordo totalmente	6	49,2	64,2	59,7	55,2	68,6
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Fonte: Dados da pesquisa.**

Com relação à afirmativa "A instituição onde trabalho/estudo investe em tecnologias digitais avançadas" (Q11), 60% dos docentes e 70,2% dos discentes discordam. Esse resultado serve como um alerta institucional ao apresentar a demanda de investimentos e incentivo ao desenvolvimento em ciência e tecnologias na formação profissional, essenciais no contexto da Indústria 4.0. Sobre a afirmativa "O uso de tecnologias digitais na formação profissional melhora a eficiência das aulas" (Q12), 90% e 91% dos docentes e discentes concordam, respectivamente, o que reafirma os benefícios do uso das tecnologias digitais na relação ensino-aprendizagem. Com relação à afirmativa "O contato com as tecnologias digitais melhora a aprendizagem prática" (Q13), os docentes e discentes concordam em percentuais de 95% e 92,5%, respectivamente, evidenciando a importância de enfatizar mais as práticas de ensino, ao corroborar Silva et al. (2017).

Referente à afirmativa “A utilização de tecnologias digitais fortalece a relação entre teoria e prática” (Q14), 90% dos docentes concordam e 95,5% dos discentes também. Sobre a afirmativa “O uso de tecnologias contribui para o desenvolvimento de competências multidisciplinares” (Q15), 95% dos docentes concordam, como também 90% concordam com a afirmativa “O uso de tecnologias digitais contribui para o aperfeiçoamento da formação profissional” (Q16). Os discentes concordam com a primeira (88%) e com a segunda (92,5%) afirmativas. Observa-se que as tecnologias são vistas como ferramentas fundamentais para a melhoria do processo de formação profissional, seja na relação teoria-prática, no desenvolvimento de competências multidisciplinares ou na eficiência do processo de ensino-aprendizagem, carecendo de investimentos que se fazem relevantes para a consolidação dos benefícios identificados, como pontua Silva *et al.* (2017), Aires, Moreira e Freire (2017), Bittencourt e Albino (2017) e Silva e Correa (2014).

#### 4.4 DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES A PARTIR DO USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Observa-se que o uso das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 pode contribuir, de modo geral, para o desenvolvimento de todas as 10 habilidades elencadas na pesquisa, na percepção dos respondentes, conforme os dados expostos na Tabela 4.

**Tabela 4 – Desenvolvimento de habilidades com o uso de tecnologias digitais na formação profissional**

	Variação (%)	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26
<b>Docentes</b>	Baixa Intensidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Intensidade Moderada	30	40	30	45	50	35	35	35	50	55
	Alta Intensidade	70	60	70	55	50	65	65	65	50	45
	<b>Total</b>	<b>100</b>									
<b>Discentes</b>	Baixa Intensidade	6	6	6	6	7,5	6	6	7,5	10,5	12
	Intensidade Moderada	32,8	31,3	43,3	44,8	28,3	26,8	20,9	40,3	56,7	55,2
	Alta Intensidade	61,2	62,7	50,7	49,2	64,2	67,2	73,1	52,2	32,8	32,8
	<b>Total</b>	<b>100</b>									

Fonte: Dados da pesquisa.

As habilidades que mais se destacam na ótica dos docentes são: Inovação (Q17, 70%); Empreendedorismo (Q19, 70%); Solução de problemas complexos (Q22, 65%); Análise de dados e TI (Q23, 65%); Comunicação (Q24, 65%); e Criatividade (Q18, 60%). Essa percepção corrobora com o estudo de Aires, Moreira e Freire (2017), que destacou que as competências essenciais 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.

Semelhantemente à percepção dos docentes, para os discentes, o uso dessas tecnologias contribui, mais expressivamente, para o desenvolvimento de cinco habilidades: Análise de dados e TI (**Q23**, 73,1%); Solução de problemas complexos (**Q22**, 67,2%); Raciocínio lógico e matemático (**Q21**, 64,2%); Criatividade (**Q18**, 62,7%); e Inovação (**Q17**, 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”.

#### 4.5 IMPACTOS DO USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL

No que se refere aos benefícios (**Q27**) da utilização de tecnologias digitais na formação profissional, as respostas puderam ser categorizadas em três aspectos principais: Desenvolvimento de competências e habilidades (25%); Atualização profissional (25%); e Aspectos da formação profissional (35%), como visto na Tabela 5.

**Tabela 5 – Benefícios identificados**

	<b>Categorias destacadas na análise</b>	<b>Docentes (%)</b>
<b>Q27</b>	Desenvolvimento de competências e habilidades	25
	Atualização profissional	25
	Aspectos da formação profissional	35
	Não souberam responder	15
	<b>Total</b>	<b>100</b>

**Fonte: Dados da pesquisa.**

Com relação ao **Desenvolvimento de competências e habilidades**, destacou-se, por exemplo, as seguintes respostas: (1) “*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*”; (2) “*Benefícios na solução de problemas, desenvolvimento de criatividade e pensamento crítico*”; e (3) “*Inovação, criatividade, empreendedorismo*”. Isso pode ser relacionado com as análises realizadas na categoria anterior, ao enfatizar as habilidades mais desenvolvidas por meio do uso das tecnologias digitais, corroborando autores como Aires, Moreira e Freire (2017), quanto às competências requeridas aos profissionais da Quarta Revolução Industrial.

Quanto ao benefício da **Atualização profissional**, os docentes pontuaram como respostas: (1) “*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"; (2) "Atualização com relação às tendências do mercado"; e (3) "Atualização, pensamento complexo e computacional". Infere-se, então, que a inserção das tecnologias digitais no ensino contribui para que os profissionais tenham, entre outras coisas, a capacidade de acompanhar as inovações conforme os avanços tecnológicos.

Outro benefício destacado pelos docentes, em grande parte, foi sobre os **Aspectos da formação profissional**, ao citarem: (1) "Hoje em dia isso é a realidade nas grandes indústrias, logo, garantirá uma melhora na formação"; (2) "Preparar melhor os estudantes para o que possivelmente eles irão lidar no mercado de trabalho"; e (3) "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 a relevância do contato com recursos tecnológicos desde o processo de formação profissional, garantindo o adequado acompanhamento das evoluções tecnológicas, alinhadas às necessidades da economia e sociedade (CNI, 2018a; BITTENCOURT; ALBINO, 2017).

Sobre os desafios e/ou limitações (**Q28**), os docentes destacaram aspectos que foram categorizados em três eixos principais: Recursos financeiros para a aquisição de tecnologias e capacitação (20%); Infraestrutura disponível (15%); e Diferentes aspectos da formação (30%), como mostra a Tabela 6.

**Tabela 6 – Desafios identificados**

	<b>Categorias destacadas na análise</b>	<b>Docentes (%)</b>
<b>Q28</b>	Recursos financeiros para a aquisição de tecnologias e capacitação	20
	Infraestrutura disponível	15
	Diferentes aspectos da formação	30
	Não souberam responder	25
	Outros	10
	<b>Total</b>	<b>100</b>

**Fonte: Dados da pesquisa.**

Com relação ao eixo **Recursos financeiros para a aquisição de tecnologias e capacitação**, destacou-se, por exemplo: (1) "Custo relacionado à aquisição de tecnologias e capacitação pessoal"; e (2) "Recursos financeiros para adquirir ou produzir tecnologias inerentes à indústria 4.0. Acesso à 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 questão **Q11**, quanto à

necessidade de investimento da universidade com relação ao incentivo ao desenvolvimento de ciência e tecnologias no âmbito da formação profissional.

Os docentes pontuaram também desafios relacionados à **Infraestrutura disponível**, ao citarem a necessidade de: (1) "*Melhores recursos, como laboratórios preparados*"; e (2) "*Compatibilidade, segurança, conectividade e integração das novas tecnologias entre si e com as tecnologias ligadas*". Ou seja, não há estruturas adequadas disponíveis 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 respondentes.

Outro entrave destacado pelos docentes, e do mesmo modo que os benefícios, está ligado aos **Diferentes aspectos da formação**: (1) "*Aprender a utilizá-las e ter as ferramentas disponíveis*"; (2) "*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 às tecnologias digitais, suas potencialidades e possibilidades de aplicação no ensino e formação profissional, tendo em vista as discussões acerca da relevância das tecnologias atreladas às metodologias ativas de ensino-aprendizagem no desenvolvimento das competências e habilidades essenciais para o novo profissional.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A emergência da Indústria 4.0 trouxe desdobramentos para diversas áreas da sociedade, apoiados em tecnologias digitais avançadas, implicando na necessidade da qualificação dos profissionais para atuar dentro desse novo modelo. Assim, buscou-se analisar as contribuições das tecnologias digitais associadas à Indústria 4.0 para o aprimoramento da formação profissional, tendo como parâmetro a particularidade do ensino de engenharia na UFS, considerando a percepção de docentes e discentes do CCET.

A partir da análise, constatou-se que, embora haja um baixo investimento em tecnologias avançadas pela IES analisada, há uma consciência dos respondentes acerca da importância das tecnologias digitais no processo de formação profissional. No entanto, o pouco conhecimento acerca dessas tecnologias, em sua maioria, acaba restringindo a atenção dada a esses 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, como recomenda a literatura estudada.

Há uma expressiva adoção de metodologias tradicionais de ensino (aula expositiva clássica e afins), ao invés de outros métodos como as metodologias ativas (PBL, Arco de Magueres etc.), processo relevante para favorecer uma melhor adequação da relação entre teoria e prática coadunada aos recursos

tecnológicos; e, com isso, possibilitar o desenvolvimento de experiências de investigação, solução de problemas complexos e reais, assim como o desenvolvimento de habilidades multidisciplinares.

A Quarta Revolução Industrial cria um cenário de digitalização da manufatura, exigindo dos profissionais novas habilidades cognitivas relacionadas, principalmente, à análise de dados e TI, empreendedorismo e inovação. Para isso, faz-se necessária a adaptação dos currículos escolares, bem como a adequação dos projetos pedagógicos de cursos de modo a viabilizar a aproximação das tecnologias digitais enquanto recursos pedagógicos.

Mediante as discussões, apontam-se implicações de ordem acadêmica, no sentido de provocar o debate acerca, principalmente, das novas tecnologias digitais advindas do contexto da Quarta Revolução Industrial, incentivando reflexões que contribuam para o desenvolvimento dos sistemas de ensino. 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.

Revelam-se, também, implicações de ordem gerencial, no sentido de os dirigentes de instituições de ensino e governos atentarem-se às demandas de formação profissional na conjuntura de significativas transformações apresentadas, devendo desenvolver estratégias aderentes às novas práticas. Além disso, é importante a interlocução contínua entre as indústrias e IES no alinhamento das necessidades de formação e na tomada de decisões sobre a implementação de ações de inovação e aproveitamento do potencial tecnológico.

O estudo traz contribuições para a problematização da temática que se mostra relevante no contexto dos avanços tecnológicos. Dentro das condições estabelecidas, a análise se mostrou aderente à realidade do estudo, favorecendo elementos para a compreensão desse ambiente inovador. Recomenda-se o desenvolvimento de outros estudos exploratórios como este, direcionando para casos múltiplos em outros centros e/ou IES. Partindo disso, ampliar as discussões acerca dos impactos da Indústria 4.0 no cenário da formação profissional. Como limitação para este estudo, aponta-se o corte transversal e o estudo de um único caso, não possibilitando maiores generalizações.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M. R.; ELIENESIO, M. L. B.; AIRES, A. S.; PONTES, H. L. J.; ARAGÃO JUNIOR, D. P. Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura. *In: Simpósio de Engenharia de Produção*, 26, 2017, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: SIMPEP, 2017. 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, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da Quarta Revolução Industrial. *In: Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação*, 7, 2017, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: CIKI, 2017. Disponível em: <<http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314/153>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

ANDRADE, K. 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, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Engenharia. *In: International Conference on Engineering and Technology Education*, 13, 2014, Guimarães/Portugal. **Anais [...]**. Guimarães: 2014. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/intertech2014/proc/works/25.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

BITTENCOURT, P. A. S.; ALBINO, J. P. 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, J. D.; PEREIRA, A. M. P. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 33. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2015.

BRASIL. 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, F. S. **A Quarta Revolução Industrial do setor têxtil e de confecção**: a visão de futuro para 2030. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

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/SondEspecial\\_Industria4.0\\_Abril2016.pdf](http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdotrabalho/media/publicacao/chamadas/SondEspecial_Industria4.0_Abril2016.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Universidades e IEL-SP dialogam sobre a preparação de profissionais para a Indústria 4.0. **Agência CNI de Notícias.** 2017. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/universidades-e-iel-sp-dialogam-sobre-a-preparacao-de-profissionais-para-a-industria-40/>>. Acesso em: 29 ago. 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.

CORDEIRO, M. M.; POZZO, D. N. O processo de inovação na educação: um estudo em uma organização educacional. **Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, ano XII, v. 12, n. 2, p. 130-149, ago. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/343>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

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, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. 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.

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

HEINDL, A.; WERBIK, A.; WINTER, J.; MAYER, B. S.; ZARPELLON, B. V.; REMANN, F. **Industrie 4.0:** Possibilidades de colaboração com a cooperação para o desenvolvimento e a economia alemã na área de tecnologia/transferência de know-how para o Brasil. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2016.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios**: A Literature Review. Technische Universität 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.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **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, M.; RUBMANN, M., STRACK, R.; LUETH, K. L.; BOLLE, M. **Man and Machine in Industry 4.0**: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? The Boston Consulting Group (BCG), 2015.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARION, J. C.; MARION, A. L. C. **Metodologias de Ensino na Área de Negócios**. São Paulo: Atlas, 2006.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

RAIZER, L. Transformações de um mundo globalizado. **Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, ano XI, v. 11, n. 1, p. 164-165, jan. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/78>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

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

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, K.; DAVIS, N. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SILVA, R. A.; NOVA, J. G. G. V.; VASCONCELOS, R. F. S.; CALADO, I. A. A. R.; BRANCO, K. R. L. J. C.; BRAGA, R. T. V. Aplicando Internet das Coisas na Educação: Tecnologia, Cenários e Projeções. *In*: Congresso Brasilei-

ro de Informática na Educação, 6, 2017, Recife. **Anais [...]**. Recife: WCBIE, 2017. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7514/5309>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SILVA, R. F.; CORREA, E. S. 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.

SIQUEIRA, J. R. M.; BATISTA, R. S.; MORCH, R. B.; BATISTA, R. S. 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.

VAIDYA, S.; AMBAD, P.; BHOSLE, S. Industry 4.0 - A Glimpse. **Procedia Manufacturing**, v. 20, p. 233-238, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918300672>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

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

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