PUC Minas
E&G Economia & Gestão
ISSN 1984-6606

ANÁLISE DA INDÚSTRIA 4.0 EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

ANALYSIS OF INDUSTRY 4.0 IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Eline Velasques Cavalcanti
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
eline.velasques@unasp.edu.br

Filippi Mickael Martini Honório
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
filippimmhonorio@gmail.com

Jerry Adriani Johann
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
jerry.johann@hotmail.com

Geysler Rogis Flor Bertolini
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
geysler_rogis@yahoo.com.br

Submissão: 12/06/2021
Aprovação: 25/01/2023

RESUMO

Por meio de inovações e tecnologias, as revoluções industriais trouxeram grandes desenvolvimentos e, mutuamente, desafios. Atualmente estamos vivenciando a quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0. Neste contexto, a humanidade experimenta novas possibilidades de pensar e agir através do avanço combinado de tecnologia e internet. Este artigo teve como objetivo verificar se há relação da aprendizagem de práticas da indústria 4.0 com o nível de escolaridade em uma instituição de ensino superior a partir da percepção de alunos, professores e funcionários. Por meio de um estudo de caso com abordagem quantitativa, utilizou-se de um questionário adaptado do estudo de Mian *et al*. (2020), com amostra de 143 respondentes. Para avaliar a relação entre as variáveis qualitativas, foi aplicado o teste de independência Qui-Quadrado. Os resultados inferem que no sentido de conhecimento da indústria 4.0, do termo e se suas tecnologias, falta maior conhecimento do público pesquisado na Universidade. Em relação às práticas, há neutralidade para os projetos colaborativos e implementação de ferramentas. Conclui-se que o vínculo com a instituição é um fator significativo para justificar o conhecimento das tecnologias da indústria 4.0. Assim, alunos e professores, de diferentes áreas, estão mais atualizados no assunto quando comparado à categoria de funcionários.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Quarta revolução industrial; Sustentabilidade; Aprendizagem Universitária.

ABSTRACT

Through innovations and technologies, industrial revolutions have brought great developments and, mutually, challenges. We are currently experiencing the fourth industrial revolution, or Industry 4.0. In this context, humanity experiences new possibilities of thinking and acting through the combined advancement of technology and the internet. This article aimed to verify if there is a relationship between learning industry 4.0 practices and the level of education in a higher education institution, based on the perception of students, professors and employees. Through a case study with a quantitative approach, a questionnaire adapted from the study by Mian *et al*. (2020), with a sample of 143 respondents. To assess the relationship between qualitative variables, the Chi-Square independence test was applied. The results infer that in the sense of knowledge of industry 4.0, the term and its technologies, there is a lack of greater knowledge of the researched public at the University. Regarding practices, there is neutrality for collaborative projects and implementation of tools. It is concluded that the link with the institution is a significant factor to justify knowledge of industry 4.0 technologies. Thus, students and professors, from different areas, are more up-to-date on the subject when compared to the category of employees.

Keywords: Industry 4.0; Fourth industrial revolution; Sustainability; University Learning.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, quatro grandes revoluções industriais marcaram a sociedade. Atualmente, vivencia-se a quarta revolução industrial, a qual transformou inteiramente a maneira como a indústria e os negócios funcionam, ao introduzir diversos benefícios, como melhores controles, desenvolvimento sustentável, entre outros. Por outro lado, essa revolução trouxe consigo exigências muito maiores aos profissionais, como pensamento adaptativo, habilidades cognitivas e computacionais (LIMA; OLIVEIRA NETO, 2017; SANTOS *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019).

As habilidades e competências necessárias para a qualificação profissional nesse cenário tecnológico introduzido pela Indústria 4.0 recaem aos ombros das universidades, sendo estas obrigadas a adaptar-se e desenvolver-se de forma a garantir que seus currículos abarquem as demandas da indústria 4.0, entregando à sociedade profissionais com competências que atinjam as expectativas (SCHWAB, 2018; MIAN *et al*., 2020).

Nesse sentido, Mian *et al*. (2020) realizaram uma pesquisa com o objetivo de explorar e analisar os diferentes fatores que influenciam a progressão e promulgação da indústria 4.0, sob o ponto de vista de funcionários e alunos universitários. Os resultados encontrados apontam para a existência de requisitos fundamentais para as universidades na quarta revolução industrial, sendo reconhecida a importância do conhecimento prático e da implementação de tecnologias digitais no nível universitário, de forma a capacitar os novos ingressos do mercado de trabalho com as habilidades necessárias.

No entanto, verifica-se nos estudos realizados que as universidades ainda carecem de investimentos que favoreçam pesquisas inovadoras voltadas à Indústria 4.0 (SCHWAB, 2018); capacitação para conhecimento prático (MIAN *et al*., 2020); infraestrutura para implantação para tais tecnologias a nível universitário (ALAM *et al*., 2020); práticas sustentáveis apoiadas na quarta revolução industrial (RAMAKRISHNA *et al*, 2020); objetivando fornecer à universidade e à indústria habilidades necessárias e vantagem competitiva.

Nesse contexto, torna-se importante o estudo do desenvolvimento da indústria 4.0 nas universidades, de forma a compreender os impactos dessa mudança. Verifica-se ainda uma lacuna de pesquisa nacional em relação às práticas da Indústria 4.0 em instituições de ensino superior brasileiras. Desse modo, entendendo a relevância do desenvolvimento de práticas tecnológicas da Indústria 4.0 nas universidades, esta pesquisa procura responder à seguinte questão: conhecer a indústria 4.0 e promover a aprendizagem das tecnologias da quarta revolução industrial faz relação ao nível de escolaridade das pessoas envolvidas com a instituição? Para responder essa importante questão, a pesquisa teve como objetivo verificar se há relação da aprendizagem de práticas da indústria 4.0 com o nível de escolaridade em uma instituição de ensino superior a partir da percepção de alunos, professores e funcionários.

Justifica-se este estudo devido à atualidade do tema e pela concepção de que o Brasil, conforme apresentado por Rocha (2019), apresenta atraso em relação aos demais países na implementação de novas tecnologias industriais e, por isso, é importante verificar o grau de "imersão" das universidades neste contexto.

Esta pesquisa possui cinco seções, estruturadas da seguinte forma: introdução, contendo a contextualização, justificativa, problema e objetivo de pesquisa; fundamentação teórica, com a atual discussão e estudos anteriores sobre a temática; metodologia, onde se exporá a tipologia de pesquisa, bem como os métodos de coleta de dados; discussão e análise dos resultados, onde serão discutidos os principais achados após a aplicação do questionário; conclusão, dissertando acerca das considerações finais do estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

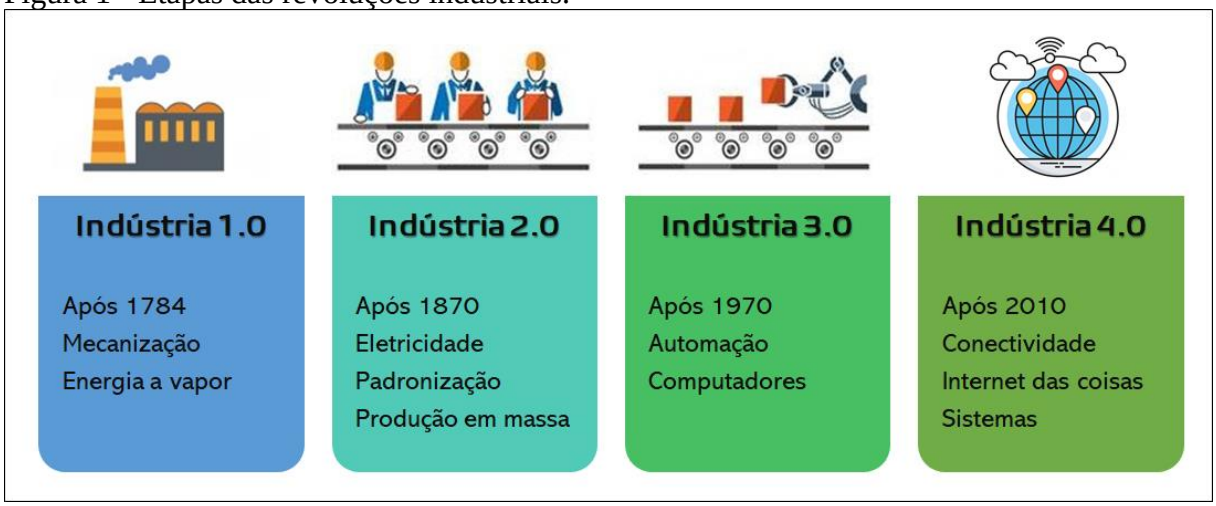
2.1 INDÚSTRIA 4.0

Como parte da história humana, vivenciamos gradualmente a evolução dos processos e métodos de produção. A evolução dos processos industriais se deu com as revoluções ocorridas após o século 18, as chamadas revoluções industriais, sucedidas gradualmente através de uma transformação tecnológica, resultados de desafios e oportunidades encontrados na economia global (LIMA; OLIVEIRA NETO, 2017; SANTOS *et al.*, 2019; MIAN *et al.*, 2020).

Originando-se na Inglaterra, a Primeira Revolução Industrial foi marcada pelo início do processo fabril, oriundo de um período de significativas invenções, dando lugar à produção em larga escala e à manufatura mecanizada por máquina a vapor (LIMA; OLIVEIRA NETO, 2017). Nos Estados Unidos, inicia-se a Segunda Revolução Industrial, com amparo científico e invenções revolucionárias, oferendo ao mercado novos produtos e necessidades. Revelou-se significativo progresso com peças de aço barato e ferrovias, além da eletricidade e fabricação padronizada em massa como modelo de produção (SANTOS *et al.*, 2019). A partir dos anos 70, a Terceira Revolução Industrial é marcada pela modernidade da eletrônica, através de processos sistematizados, lógicos e programáveis. O monitoramento das fábricas nos processos fabris trouxe novas perspectivas utilizando a eletrônica, tecnologia da informação e telecomunicação, resultando em robôs industriais. A produção sustentável já era assunto em pauta com a preocupação com energia sustentável, por exemplo (SANTOS *et al.*, 2019; MIAN *et al.*, 2020).

A Quarta Revolução Industrial, conhecida também por Indústria 4.0, é fortemente representada pelo avanço combinado de tecnologias e internet. A imagem apresentada na Figura 1resume as revoluções citadas.

Figura 1 - Etapas das revoluções industriais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Conhecida fortemente em 2011 como Indústria 4.0, a Quarta Revolução Industrial originou-se na Alemanha com a finalidade de assegurar a competitividade da manufatura e, posteriormente, adotada em todo o mundo (MIAN *et al*., 2020; SANTOS *et al.*, 2018). Na Indústria 4.0 a produção em massa ainda é valorizada, mas devido sua alta tecnologia é capaz de fornecer elementos personalizados. Ambiciosa, a indústria 4.0 promete maior eficácia operacional, crescimento, ganhos de produtividade e desenvolvimento de novos modelos de negócios (SANTOS *et al*., 2018; SCHWAB, 2018).

Para Schwab (2018), a Indústria 4.0 utiliza as tecnologias da terceira revolução industrial como fundamentação para seu avanço tecnológico, possuindo uma característica em comum, as indústrias aproveitam o avanço da capacidade de processamento e da tecnologia da informação, onde tais tecnologias podem ser organizadas em três grandes categorias: física, digital e biológica. O autor considera os veículos autônomos, impressão 3D, robótica avançada e novos materiais como integrantes da categoria de tecnologias físicas; IoT (internet das coisas), sensor de RFID (radiofrequência), *blockchain* (livro contábil compartilhado, programável e criptografado) na categoria digital; e, na categoria biológica, estão as inovações da medicina com dispositivos de monitoramento implantados no organismo.

Em seu estudo, Santos *et al*. (2019) identificaram cinco tecnologias que impactam diretamente a cadeia de suprimentos no setor industrial, são elas: IoT, Inteligência Artificial, Robótica Avançada, acessórios inteligentes e sistema de impressão 3D. Em destaque, os sistemas integrados de gestão empresarial (ERP) possuem significativa penetração mercadológica em comparação com outras tecnologias, mostrando que sua não utilização colocará a organização em risco de sobrevivência.

A indústria 4.0 têm dado significativa atenção as questões sustentáveis em suas cadeias produtivas. Os novos materiais são produzidos objetivando leveza, força, adaptação e reciclagem (SCHWAB, 2018). A alocação de recursos, como água, energia, materiais e produtos, pode ser realizada de maneira eficiente baseando-se na criação de valor de plataformas inteligentemente cruzadas através da interconexão de redes, sendo a indústria 4.0 propulsora para oferecer oportunidade de realizar a criação de valor industrial sustentável em todas as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica (CARVALHO *et al*., 2018).

Em relação à força humana, Carvalho *et al*. (2018) defendem que existem três abordagens sustentáveis que possibilitam enfrentar o desafio da Indústria 4.0, sendo: (1) Melhorar a eficiência do treinamento de funcionários utilizando novas tecnologias como instrumento de aprendizagem; (2) Fomentar a criatividade através de novas abordagens para a

organização do trabalho implementando os conceitos da teoria do fluxo ou conceitos de gamificação, de maneira a favorecer a tomada de decisão descentralizada; (3) Implementar sistemas de incentivo individual considerando os dados inteligentes do ciclo de vida do produto para alinhar mecanismos de feedback individual.

2.2 INDÚSTRIAS 4.0 NAS UNIVERSIDADES

O sistema de ensino superior deve estar alinhado à ideia de indústria 4.0, com a finalidade de realização de fábricas inteligentes, manufatura inteligente, entre outros (UMACHANDRAN *et al*., 2018). O currículo escolar deve fornecer à geração atual oportunidades de educação e treinamento adequados às mudanças tecnológicas implantadas na indústria, pois, como afirmam Aires *et al*. (2017), com o advento da indústria 4.0 surge a necessidade de novas competências relativas aos profissionais que irão se inserir no mercado de trabalho, não só daqueles que estão na linha de produção, mas também de todos os setores envolvidos com as novas tecnologias e métodos. É necessário, portanto, a integração ou transferência de conhecimento entre indústria e universidades para que se possa atingir a educação industrial avançada, também chamada de Educação 4.0, um novo conceito gerado a partir do amplo reconhecimento da indústria 4.0 nos setores de educação (MOURTZIS *et al.* 2018; MOURTZIS, 2018). A cooperação entre universidades e empresas é capaz de trazer significativos benefícios para ambas. Ao buscar na universidade habilidades de pesquisa que as empresas não possuem internamente, os beneficia na melhoria de processos e desenvolvimento de produtos (HOFFMANN *et al*., 2020).

Em consonância a essa ideia, Schwab (2018) reforça que as universidades são consideradas pioneiras em inovações, mas, em contrapartida, os incentivos à carreira e as condições de financiamentos tendem a favorecer as pesquisas incrementais e conservadoras ao invés de programas ousados e inovadores. O autor complementa ressaltando que, para fomentar pesquisas pioneiras e adaptações técnicas inovadoras, o governo precisa investir agressivamente em programas de pesquisa ambiciosos. Neste sentido, Aires *et al*. (2017) enfatizam que para que a formação das competências requeridas pelo mercado seja alcançada, é necessário verificar se o processo de aprendizagem está alinhado a tais perspectivas, principalmente nas universidades, pois serão elas que formarão os profissionais que o mercado necessita. Com isso, surge um novo perfil de trabalhador, em que conhecimentos e habilidades são valorizados e necessários para lidar com as novas tecnologias (AIRES *et al*., 2017). Além disso, reforça-se que o desenvolvimento de recursos humanos é um dos pilares para as novas formas de produção, o que alerta a exigência por características multidisciplinares (CNI, 2017).

Ressalta-se a importância da universidade no processo de implantação da indústria 4.0 ao se recorrer ao posicionamento de Gil (2011), em que o autor destaca que um local destinado à aprendizagem normalmente engloba os significados de aquisição de conhecimentos, aquisição da capacidade de empreender uma ação e a capacidade de exercer uma profissão, reforçando, portanto, o papel fundamental das universidades na quarta revolução industrial.

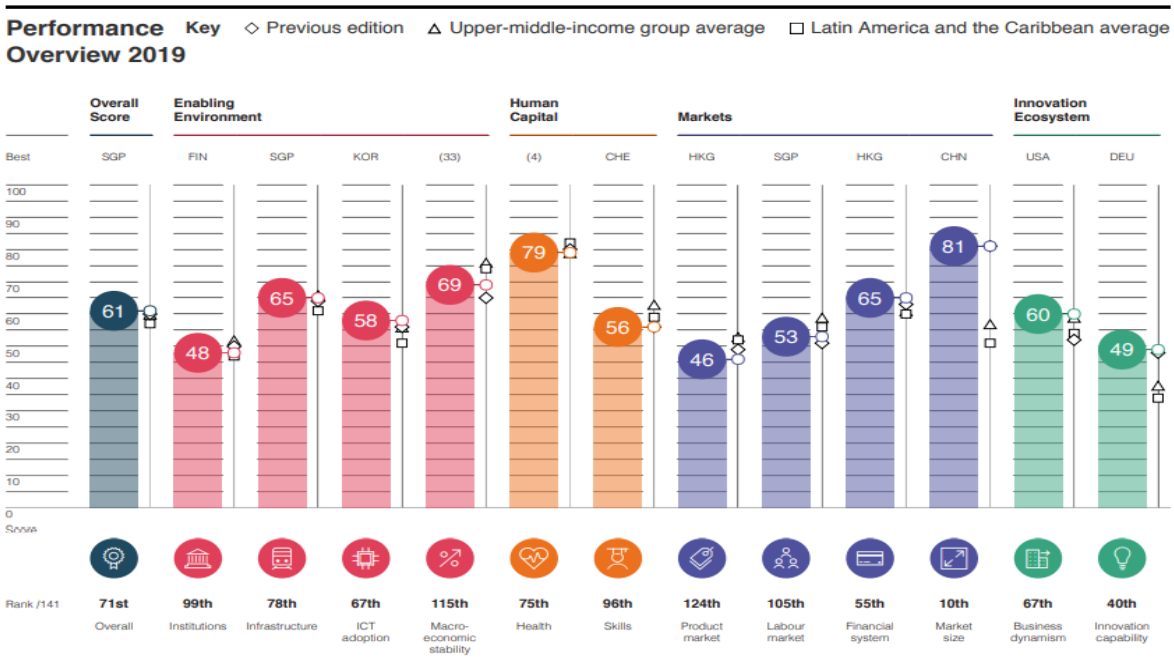
Além disso, Shahroom e Hussin (2018) afirmam que, para a realização da indústria 4.0, é imprescindível a preparação e transformação das universidades, de forma que estas possam atender aos requisitos tecnológicos emergentes, de governança cibernética e responsabilidade, flexibilidade digital, entre outros.

As oportunidades de emprego, na quarta revolução industrial, serão proporcionais à variável qualificação, conforme expõem Tilak e Singh (2018). De acordo com os resultados do Relatório Global de Competitividade (2019) elaborado pelo *World Economic Forum*, que

cobre 141 economias e 99% do PIB mundial, medindo através da literatura econômica da contabilidade o quão eficientemente os impulsores de crescimento de unidades de trabalho e capital são combinados para gerar produtos (*total factor productivity*, TFP), a China, Índia e Brasil devem equilibrar a integração tecnológica e os investimentos em capital humano, melhorando a adaptabilidade do talento em um mercado que proteja o trabalhador e não o emprego. Na América Latina, apesar de ter melhorado sua economia, o Brasil ocupa uma das piores colocações do ranking das empresas mais competitivas, apresentando assim baixo investimento em capital humano.

A Figura 2demonstra a posição ocupada pelo Brasil nos diversos segmentos analisados. Nota-se que, no índice Infraestrutura em Instituições, o Brasil ocupa a 99º lugar e 96º lugar para Habilidades, no grande grupo de Capital Humano. Produto e Trabalho no grande grupo de Mercados também apresenta um índice desfavorável para nossa nação.

Figura 2 - The Global Competitiveness Reports, 2019.



Fonte: Schwab (2019), p. 110.

Há uma real necessidade de investimentos nos campos universitários para o desenvolvimento e crescimento nacional. Segundo Mian *et al*. (2020), as universidades não conhecem de fato sua situação ou estratégia para a era da Indústria 4.0, carecendo de conhecimento para aproveitar seus pontos fortes e desfrutar das possibilidades da Indústria 4.0 superando suas vulnerabilidades e riscos.

2.3 ESTUDOS ANTERIORES

No que diz respeito à interação entre universidades e empresas, relacionado aos temas de gestão da inovação e transferência de tecnologia, de acordo com Closs e Ferreira (2012), este assunto é relativamente novo no Brasil. Diante disso, os autores tiveram como objetivo identificar e analisar as pesquisas recentes realizadas no Brasil sobre esses temas. Como resultado, sugeriram que a cooperação universidade-empresa gera inovações, aprendizados e benefícios mútuos, mas que ainda existe muito espaço para expandir a transferência de tecnologia.

Aires *et al*. (2017) realizaram uma revisão sistemática de artigos científicos publicados em bases internacionais que estudam o tema indústria 4.0, investigando as competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial e constataram que as competências mais requeridas são criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos. Um ponto importante destacado pelos autores em relação à educação e sua relação com a quarta revolução industrial é o fato de que a competência de aprendizagem ativa é valorizada pelas organizações nesta nova era, o que demandará constante desenvolvimento de novas habilidades.

Bueno *et al*. (2017) investigaram os impactos da indústria 4.0 na formação de engenheiros, através de um relato da experiência da aplicação de um projeto integrador com o uso da metodologia *Project Based Learning* (PBL) na produção de uma arruela, com o objetivo de que o aluno passasse a ter uma visão integrada das disciplinas do curso de Engenharia de Produção. Chegaram à conclusão de que o processo da metodologia ativa e projeto integrador podem potencializar o aprendizado dos estudantes.

Através da construção de um sistema no formato *web design* responsivo, Carvalho e Duarte Filho (2018) tiveram como objetivo utilizar esse sistema com foco nos conceitos e aplicações práticas da indústria 4.0. Com isso, após verificarem que existe uma carência de aplicações simples e flexíveis, que proporcionem uma aprendizagem adequada com a utilização de dispositivos móveis, os autores verificaram que a aprendizagem móvel aplicada diretamente na indústria proporciona melhora na disseminação do conhecimento relativo às novas tecnologias, conceitos, entre outros.

Alves e Oliveira (2018) concentraram-se na análise de eficiência das universidades públicas e institutos federais localizados no Rio de Janeiro e que contemplaram fatores relacionados ao desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (C&T), por meio da Análise Envoltória de Dados, de abordagem quantitativa. Como resultado, verificaram que 47,5% das instituições operaram na escala ótima e 20% operaram abaixo de 60% de eficiência.

Por fim, Mian *et al*. (2020) tiveram como objetivo explorar e analisar os diferentes fatores que influenciam a progressão e a promulgação da indústria 4.0 nas universidades para a educação sustentável. Os autores utilizaram uma abordagem sistemática baseada em um questionário (o qual foi utilizado como base no presente estudo) e também um SWOT (pontos fortes (S), pontos fracos (W), oportunidades (O) e ameaças (T)) integrado ao processo de hierarquia analítica (AHP). Como resultado, puderam verificar que existem requisitos fundamentais para universidades na Indústria 4.0, incluindo planejamento financeiro eficaz, pessoal qualificado, aumento de parcerias industriais, infraestrutura avançada, currículos revisados e *workshops* perspicazes.

Diante dos estudos anteriores apresentados, fica clara a importância da capacitação de nível universitário para o desenvolvimento das habilidades necessárias para a indústria 4.0 e o importe papel que as universidades desempenham na promoção de "práticas 4.0" na promoção de melhorias nas organizações.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Não há ciência sem o uso de métodos, portanto, a utilização de métodos científicos é comum a todas as ciências (MARCONI; LAKATOS, 2003). Destarte, neste capítulo foi definido o delineamento da pesquisa, no que diz respeito aos objetivos, procedimentos e abordagem do problema.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa enquadra-se em descritiva, uma vez que buscou conhecer um fenômeno sem modificá-lo, para que se possa entender o objeto de interesse num determinado espaço e tempo (SELLTIZ, COOK; WRIGHTSMAN, 1987). Dessa maneira, esta pesquisa correlacional tem por finalidade colher informações para fornecer uma análise

em relação às práticas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE para a Indústria 4.0 e através dos resultados recomendar ações para efetivação dessa prática, se não houver. A escolha da Unioeste se justifica devido ao apoio da universidade no desenvolvimento de tecnologias atuais úteis no desenvolvimento de estratégias às organizações que criam vantagens competitivas sustentáveis aos seus negócios (DA SILVA; MOREIRA PA, 2016).

Quanto aos procedimentos, a pesquisa é classificada como um estudo de caso, pois se concentra na compreensão das dinâmicas presentes dentro de cenários específicos, que no caso deste estudo, é uma universidade (EISENHARDT, 1989). Já quanto à abordagem do problema, o estudo se caracteriza como quantitativo, pois se utiliza de quantificação na coleta e tratamento de dados, por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples, como da estatística descritiva, até as mais complexas, com estatística inferencial (RICHARDSON, 1999).

A aplicação da Indústria 4.0 nas universidades é dependente de fatores como infraestrutura, acessibilidade à internet, disposição do colaborador, entendimento dos alunos, programas de treinamentos, planejamento etc., inferindo nas variáveis decisórias influenciando na implantação desta (MIAN *et al*., 2020). A intensão do questionário é buscar, através de dados primários, o *feedback* das partes interessadas e avaliar a significância das variáveis. Os dados foram coletados através de um questionário adaptado onde os autores basearam-se no estudo realizado por Mian *et al*. (2020) com a finalidade de adquirir dados adequados ao objetivo de pesquisa, visto que estes estudaram acerca da Indústria 4.0 em instituições de ensino superior.

O instrumento foi constituído por 9 questões para caracterização do público alvo e outras 20 questões escalonadas por uma escala do tipo Likert de cinco pontos, assim indicando seu grau de concordância ou discordância em relação ao tema da questão. A cada resposta foi atribuído um número, indicando a direção dos respondentes à questão realizada, como a que segue: 5-concordo totalmente, 4-concordo, 3-neutro, 2-discordo e 1-discordo totalmente (BOONE; BOONE, 2012).

A pesquisa foi realizada na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, entre os dias 23 de novembro a 02 de dezembro de 2020, obtendo alcance significativo de 144 respondentes, onde 1 formulário foi desconsiderado, pois o respondente não possuía vínculo com a universidade.Assim sendo, foram considerados 143 formulários para a tabulação dos dados. Os envolvidos eram de diferentes setores da universidade, sendo estes funcionários, professores e alunos regularmente matriculados nos cursos de graduação, especialização e pós-graduação no segundo semestre do ano letivo de 2020. Essa amostra representa 0,87% da população (16.388), sendo que, nessas condições, o cálculo de amostragem aleatória simples determina um erro amostral de aproximadamente 8,4%.

Criada em 1988, a universidade multi-campi, UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná –, vem se destacando através de uma significativa expansão vertical, oferecendo uma gama diversificada de cursos de graduação e pós-graduação, lato sensu e stricto sensu, contribuindo para o desenvolvimento regional (ORSO, 2009). Desde 1992, a Unioeste conta com o Núcleo de Inovações Tecnológicas atuando como um catalisador para o desenvolvimento tecnológico e industrial da microrregião do oeste paranaense, através da transferência de tecnologia Universidade e Empresa, visando proporcionar capacitação de recursos humanos de qualidade.

Os dados coletados foram analisados com o auxílio dos softwares Microsoft Excel, Action Stat Pro 3.1 e SPSS. A escolha do SPSS se deu por ser uma ferramenta robusta para manipulação de dados e análises estatísticas (WAGNER; MOTTA; DORNELLES, 2004). Para avaliar a possível relação entre as variáveis qualitativas, foi aplicado o teste de

independência Qui-Quadrado "X^2" com 95% de confiança, porém é recomendado utilizar a correção de continuidade de Yates se as frequências observadas forem menores que 5.

Foi realizado uma análise exploratória dos dados coletados após a tabulação dos dados, com a finalidade de explorar o cruzamento de variáveis qualitativas, utilizando-se como ferramenta o software Action Stat Pro 3.1. Considerando 5% (α%) de significância, no teste de independência, o resultado de p-valor deve ser menor que α% para haver relação significativa entre as variáveis, se assim não for, não há relação entre estas.

Diante disso, emergiram hipóteses de pesquisa para duas variáveis qualitativas, as quais são apresentadas no Quadro 1. Uma refere-se ao nível de escolaridade do respondente, a outra, ao vínculo deste com a instituição.

Quadro 1 – Hipóteses de pesquisa

Variável	Hipótese
Nível de escolaridade	H_0: Não há relação entre o conhecimento do termo Indústria 4.0 com o nível de escolaridade dos respondestes na instituição pesquisada.
	H_1: Há relação entre o conhecimento do termo Indústria 4.0 com o nível de escolaridade dos respondestes na instituição pesquisada.
Vínculo institucional	H_0: Não há relação entre o conhecimento do termo Indústria 4.0 com o vínculo institucional dos respondentes na instituição pesquisada.
	H_1: Há relação entre o conhecimento do termo Indústria 4.0 com o vínculo institucional dos respondentes na instituição pesquisada.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Em relação aos métodos para Análise Fatorial Exploratória, a fim de se verificar a adequação da amostra, foi utilizado o teste de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), que consiste em quantificar globalmente (a partir da totalidade dos dados) em que medida as variáveis mantêm relações com as demais, justificando, dessa forma, a análise fatorial. São desejáveis valores acima de 0,70 para o índice de KMO, porém, valores abaixo de 0,5 são inaceitáveis (HAIR JÚNIOR *et al*., 2007). Além disso, para a confirmação interna dos conjuntos, utilizou-se a Análise de Alfa de Cronbach, sendo que este deve assumir valor maior que 0,6 (PASQUALI, 2009; HAIR JÚNIOR *et al*., 2007). Landis & Koch (1977) assumem que, para a Análise de Alfa de Cronbach, entre 0,41 e 0,60 é considerada moderada, entre 0,61 e 0,80 substancial e 0,81 a 1,0 é quase perfeita.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo, o perfil dos respondentes está entre alunos, professores e funcionários dos 5 campi da universidade, com diferentes graus de instrução (Tabela 1), sendo em sua maioria estudantes universitários (31,47%) seguindo de especialistas (20,98%), doutores (18,18%), graduados (16,78%) e mestres (12,59%).

Tabela 1 - Campi, vínculo do respondente e grau de instrução.

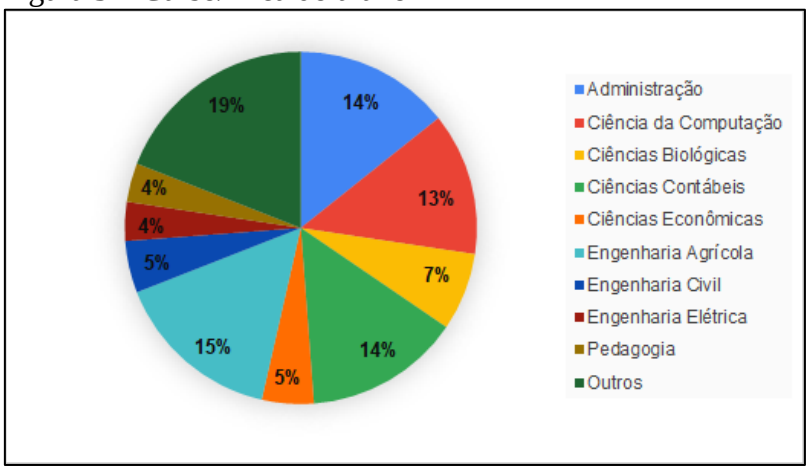
	Aluno	Funcionário	Professor	Total Geral
Campus de Cascavel	**65**	**20**	**13**	**98**
Estudante universitário	25	3		28
Graduado	11	9		20
Especialista	20	6		26
Mestre	7	2	3	12
Doutor	2		10	12
Campus de Foz do Iguaçu	**3**	**2**	**6**	**11**
Estudante universitário	2			2
Graduado	1	1		2
Mestre		1		1
Doutor			6	6

Campus de Francisco Beltrão	**3**	**3**	**1**	**7**
Estudante universitário	2			2
Graduado		1		1
Especialista	1	1		2
Mestre		1	1	2
Campus de Marechal Cândido Rondon	**7**	**1**	**2**	**10**
Estudante universitário	7			7
Especialista		1		1
Mestre			1	1
Doutor			1	1
Campus de Toledo	**6**	**4**	**7**	**17**
Estudante universitário	5	1		6
Graduado	1			1
Especialista		1		1
Mestre		2		2
Doutor			7	7
Total Geral	**84**	**30**	**29**	**143**

Fonte: Os autores (2021).

A pesquisa foi realizada com alunos de diversos cursos da Universidade, sendo estes dos cursos de tecnologia, gestão, saúde, entre outros, totalizando 84 alunos (Figura 3). A faixa etária predominante dos respondentes foi de pessoas com até 24 anos (30%).

Figura 3 – Curso/Área do aluno



Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Com a finalidade de medir o conhecimento dos respondentes em relação ao tema desta pesquisa, foi perguntado se estes já se depararam com o termo Indústria 4.0. Assim, foi observado que 42,66% ainda não haviam se deparado com este termo até a realização da pesquisa e dos 57,34% que já conheciam o termo, apenas 21% participaram de algum evento ou seminário abordando esse tema tão atual. Esse resultado diverge do encontrado por Mian *et al*. (2020), em que apenas 22,78% dos respondentes afirmaram desconhecer o assunto.

Separando os respondentes por categoria, identificamos que 41,67% dos alunos, 60% dos funcionários e quase 28% dos professores nunca haviam se deparado com o termo Indústria 4.0 (Tabela 2). Através do teste de independência Qui-Quadrado, constatou-se haver dependência entre o conhecimento do termo Indústria 4.0 e o vínculo do respondente com a universidade, visto que pelo teste obteve-se *p-valor* 0,04.

Tabela 2 – Conhecimento do termo Indústria 4.0 por tipo de vínculo institucional (%)

Categoria	Não conhece o termo	Tem conhecimento do termo
Aluno	42	58
Funcionário	60	40
Professor	28	72

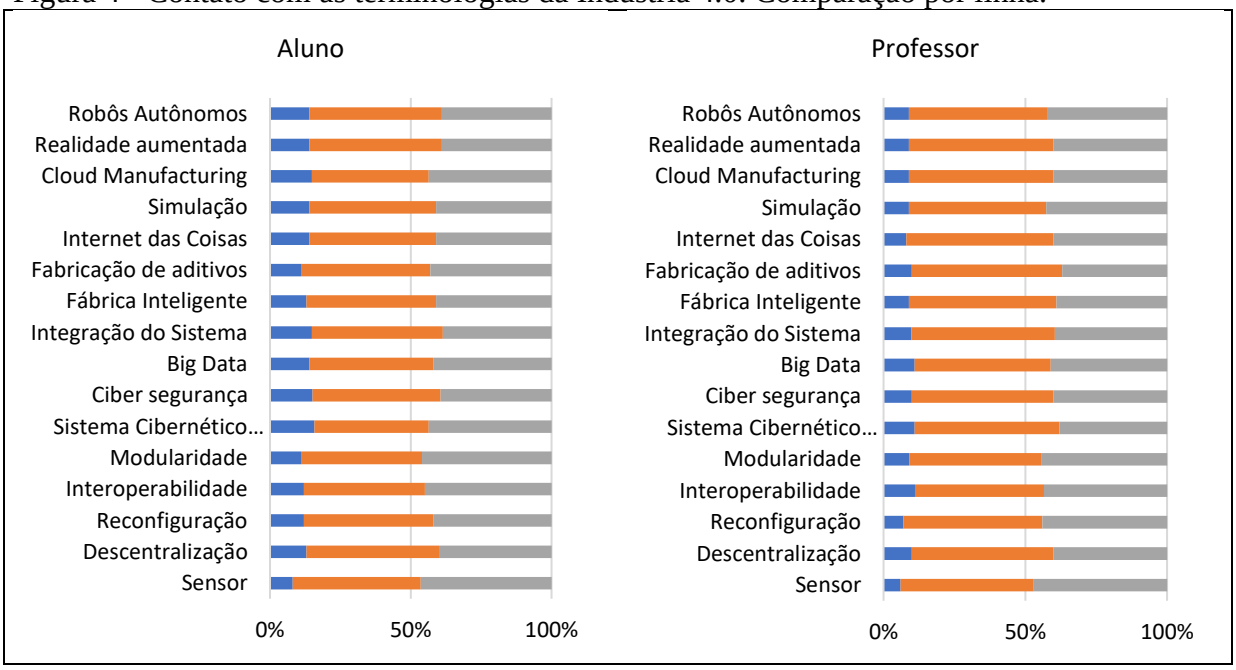
Fonte: os autores (2021).

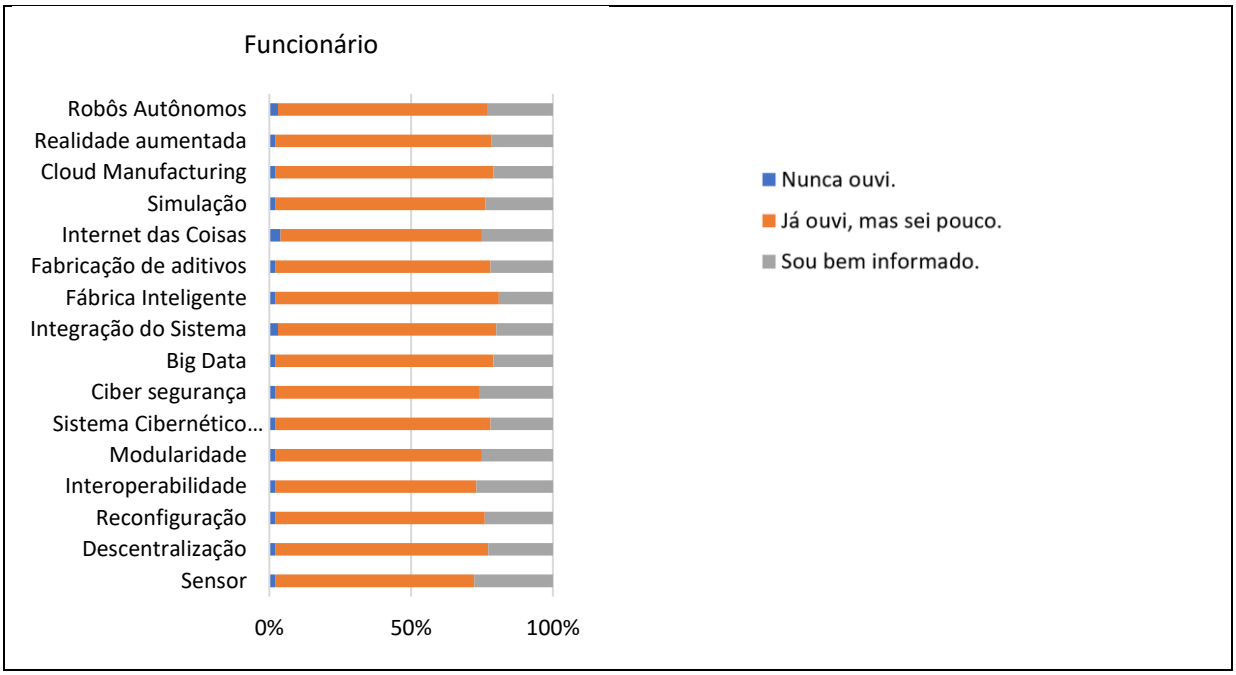
O mesmo teste foi realizado para o grau de instrução e o conhecimento do termo. Nesse teste, o resultado de p-valor foi significativamente maior que 5%, concluindo-se, portanto, que não há relação entre as variáveis, sendo estas independentes. Neste sentido, conhecer ou não o termo Indústria 4.0 não está diretamente relacionado ao grau de instrução do respondente. Para essa variável, H_1 foi rejeitada.

Os recursos que favorecem a disseminação de conhecimento quanto às possibilidades da Indústria 4.0 são diversos. Para aqueles que confirmaram obter conhecimento prévio no assunto (57,34%), os meios válidos e fortemente citados para essa transmissão de conhecimento foram: artigos da internet (21%), artigos de pesquisa e/ou livros acadêmicos (20%) e seminários e/ou workshop no departamento em que atuam na Universidade (10%). Meios como eventos, conferências, projetos ou livros foram citados por poucos ou nenhum respondente. Importante destacar que apenas 10% dos respondentes obtiveram conhecimento sobre a indústria 4.0 em seminários e workshops, o que, segundo Mian *et al*. (2020) é um importante elemento para que se possa alcançar o conhecimento detalhado das diferentes facetas da indústria 4.0.

Com a finalidade de melhor analisar o conhecimento dos respondestes, foi solicitado classificar diversas tecnologias considerando as seguintes opções: “Nunca ouvi”, “Já ouvi, mas sei pouco”, “Sou bem informado”. Os respondentes foram separados por categorias, aluno, funcionário e professor, visto que estas categorias já mostram ter direta relação com o conhecimento do termo em pesquisa. A categoria de funcionários, os quais participaram da pesquisa, possuem pouco conhecimento sobre as tecnologias da Indústria 4.0, pois apesar de já ouvirem sobre as tecnologias, pouco sabem a respeito. Para as categorias de alunos e professores, os resultados são semelhantes (Figura 4).

Figura 4 - Contato com as terminologias da Indústria 4.0. Comparação por linha.





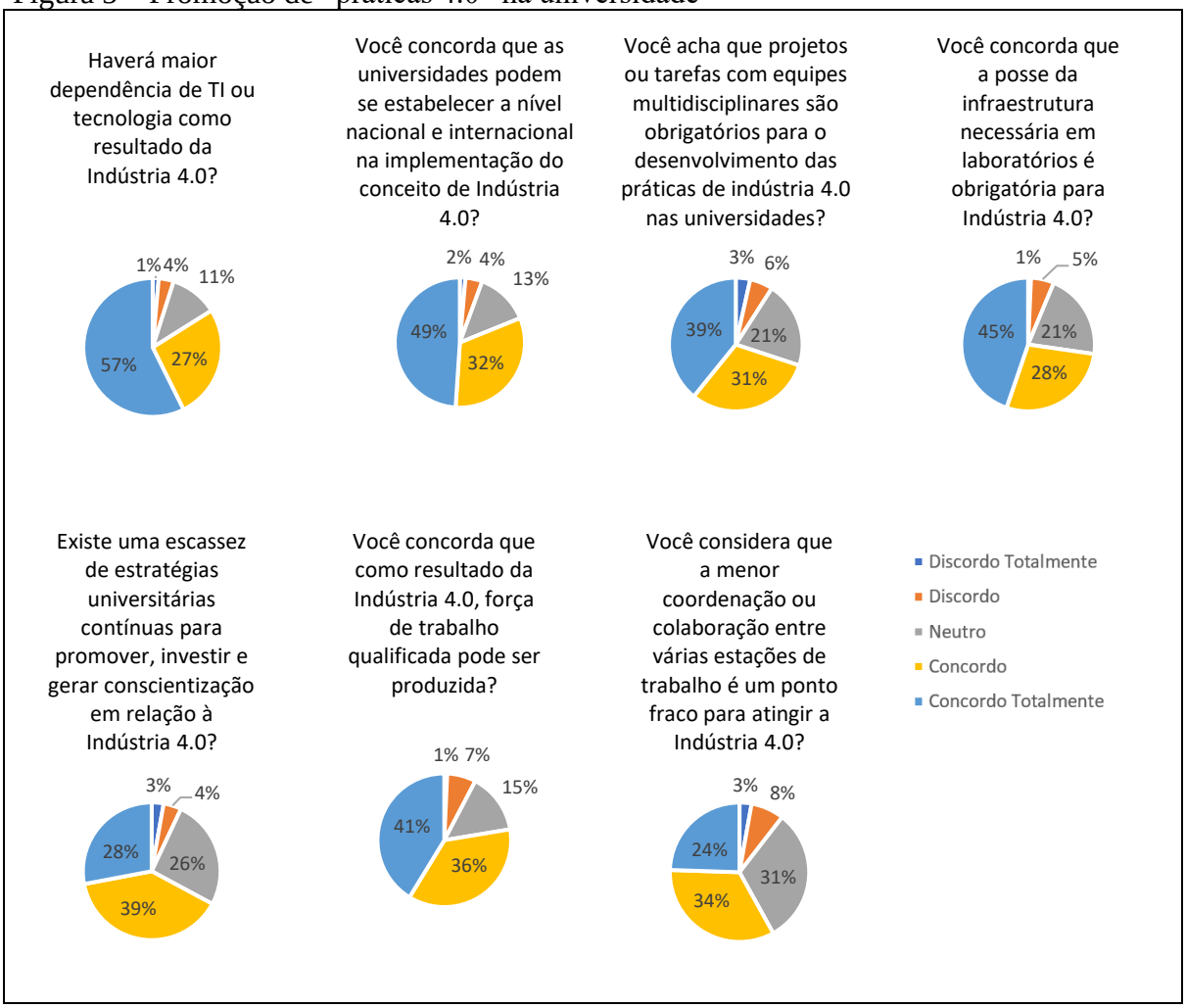
Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Ambos, alunos e professores, estão mais familiarizados com a Indústria 4.0, porém há uma parcela significativa de respondentes que nunca sequer ouviram falar sobre as tecnologias, em média 10% dessas duas categorias. A partir disso, torna-se interessante observar que, entre os alunos e professores respondentes, aproximadamente 40% inferem que são bem informados quantos aos termos questionados.Já no estudo de Mian *et al*. (2020), nenhum dos respondentes concordou em possuir conhecimento detalhado sobre as nomenclaturas da indústria 4.0.

As demais questões do questionário foram analisadas utilizando-se do software SPSS para uma Análise Fatorial Exploratória, permitindo assim transformar as questões em um conjunto de combinações lineares identificando as relações entre as questões realizadas. Os conjuntos de combinações foram nomeados conforme indicado nas figuras 5, 6 e 7. O teste de KMO com p-valor = 0,000 mostra a adequação da amostra e a Análise de Cronbach confirma a consistência interna dos conjuntos, concluindo que o modelo fatorial realizado é adequado.

Os resultados alcançados com a aplicação do Alpha de Cronbach foram satisfatórios, uma vez que a confiabilidade do questionário em relação ao componente 1 (Figura 5) foi considerada quase perfeita, do componente 2 (Figura 6) substancial e do componente 3 (Figura 7) moderada.

Figura 5 – Promoção de “práticas 4.0” na universidade

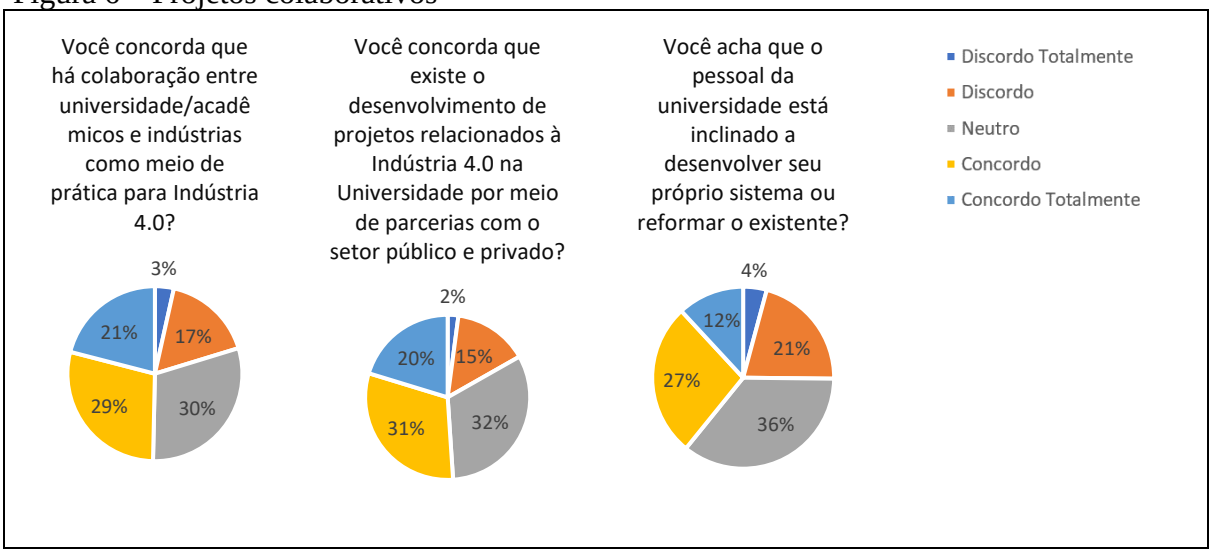


Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Com isso, é possível observar que “promoções de práticas 4.0 na universidade” (Figura 5) é um assunto de concordância geral entre os respondentes. Maior dependência de tecnologias é uma característica da Indústria 4.0, sendo esta confirmada na percepção dos respondentes, reforçando a importância de oferta de melhor infraestrutura tecnológica em laboratórios. Outro fator importante percebido pelos respondentes em 70% são tarefas ou projetos em equipes multidisciplinares como obrigatórios para o desenvolvimento de práticas da indústria 4.0 na universidade além de, com seu resultado, produzir força de trabalho qualificada. A universidade pode estabelecer-se a nível internacional, segundo 81% dos respondentes, na implementação dos conceitos da Indústria 4.0.

Porém, ainda não há concordância em relação aos “projetos colaborativos” (Figura 6) dentro da universidade que poderiam maximizar as práticas da Indústria 4.0 na universidade. Para esse fator, perguntas como colaboração entre universidade e indústria/setor público e desenvolvimento ou reforma do sistema foram incluídas. Apenas metade dos respondentes concordam que há colaboração entre universidade e indústria ou universidade e o setor público, enquanto somente 37% concordam que a universidade está inclinada a desenvolver um sistema próprio ou reformar o existente.

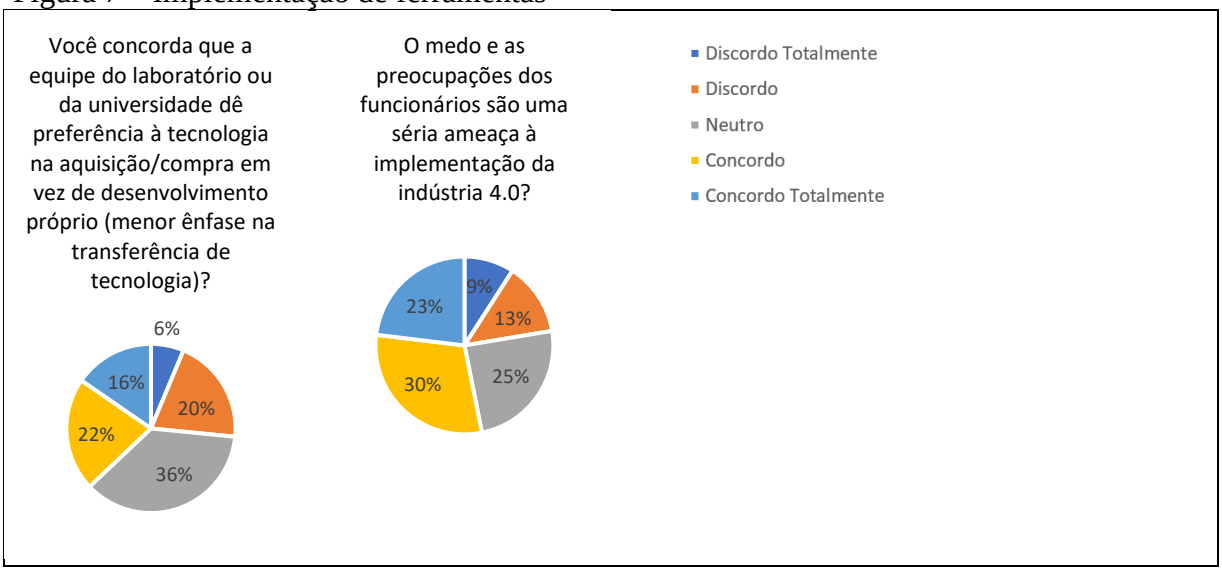
Figura 6 – Projetos colaborativos



Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Para "implementação de ferramentas" (Figura 7) da Indústria 4.0 nota-se uma baixa concordância dos respondentes, apresentando a necessidade de melhorias neste quesito, além de indicar parcialmente uma possível resistência dos funcionários à mudança.

Figura 7 – Implementação de ferramentas



Fonte: elaborado pelos autores (2021).

De acordo com as análises realizadas, infere-se que, no sentido de conhecimento da indústria 4.0, do termo e se suas tecnologias, falta maior conhecimento do público pesquisado na Universidade, e em relação às práticas, há neutralidade para os projetos colaborativos e implementação de ferramentas. As análises realizadas trazem a indicação e confirmação de que há relação entre o conhecimento do termo Indústria 4.0 com vínculo institucional do respondente na instituição pesquisada, contribuindo para a adoção da hipótese alternativa e rejeição da hipótese nula. Enquanto para a variável qualitativa grau de instrução, a hipótese alternativa foi descartada, concluindo que as variáveis são independentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inferir sobre o conhecimento e prática da Indústria 4.0 em uma universidade estadual traz consigo inúmeros desafios. Os investimentos realizados dependem de órgãos governamentais superiores, burocratizando muitas vezes os recursos financeiros necessários para a implantação de práticas da Indústria 4.0.

Após as inferências realizadas, conclui-se que o grau de instrução não é um fator significativo para justificar o conhecimento das tecnologias da indústria 4.0, e sim o vínculo com a instituição. A pesquisa realizada mostrou que alunos e professores, de diversas áreas de pesquisa e conhecimento, estão mais atualizados no assunto pesquisado quando comparado à categoria de funcionários. A falta de prática na utilização de tecnologias da Indústria 4.0 pode ser um motivo para os funcionários respondentes não estarem inseridos no contexto dessas tecnologias.

Conclui-se que o envolvimento do indivíduo com o campo de pesquisas universitárias, sejam elas teóricas ou de campo, beneficia na atualização deste em temas atuais. Desta maneira, alunos e professores mostraram estar um passo à frente em relação ao conhecimento do termo e das tecnologias envolvidas na indústria 4.0.

A importância do conhecimento e prática da indústria 4.0 na universidade impacta fortemente em soluções sustentáveis (RAMAKRISHNA *et al*, 2020; SCHWAB, 2018). A universidade tem a responsabilidade de transferir seu conhecimento à sociedade, indústria e governos. Estando alunos e professores familiarizados com a Indústria 4.0, há maiores chances de avanços tecnológicos sustentáveis.

Esta pesquisa de imersão da universidade no contexto da indústria 4.0 se justificou pelo atraso brasileiro na implementação de novas tecnologias. Seus resultados concluem que a mesma trouxe o olhar dos atores envolvidos na universidade apresentando seus conhecimentos e suas impressões em relação a Indústria 4.0, contribuindo dessa maneira com a sociedade e pesquisadores universitários na reflexão da importância de se priorizar os avanços da Indústria 4.0 nas universidades, entendo que delas parte todo o conhecimento e evolução da nação.

Algumas limitações foram evidenciadas, como o número reduzido de respondentes em relação ao público interno de todos os 5 campi da Universidade e o fato de a coleta de dados ter sido realizada por meio de questionário, devido principalmente à pandemia do Covid-19, sendo que o uso de entrevistas poderia ajudar a captar detalhes mais profundos sobre o entendimento dos alunos, professores e funcionários da universidade. Além disso, a pesquisa foi aplicada em uma única instituição de ensino superior pública. Portanto, destaca-se como sugestão para pesquisas futuras estudos que alcancem um público respondente maior, seja por meio de um estudo de caso, como este, ou multicasos, alcançando assim, outras universidades, públicas e particulares, pois os investimentos na área de tecnologia podem ter significativa diferença entre estas. Sugere-se também a aplicação de entrevistas, com a finalidade de aprofundar o conhecimento sobre o tema nas universidades.

REFERÊNCIAS

AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação, 2017, Foz do Iguaçu. **Anais Ciki**. Foz do Iguaçu: UFSC, 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em: 22 de outubro de 2020.

ALAM, G. M.; AL-AMIN, A. Q.; FORHAD, A. R.; MUBARAK, M. S. Does the private university sector exploit sustainable residential life in the name of supporting the fourth industrial revolution?. **Technological Forecasting & Social Change**, Elsevier, v. 159, n. 10, out. 2020.

ALVES, C. G. M. F.; OLIVEIRA, M. A. Análise de eficiência em ciência e tecnologia das Universidades Públicas e Institutos Federais localizados no estado do Rio de Janeiro: um estudo pré-crise econômica de 2014. **E&G Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 18, n. 49, Jan./Abr. 2018.

BOONE JR., H. N.; BOONE, D. A. Analyzing Likert Data. **Journal of Extension**, v. 50, n. 2, abr. 2012.

BUENO, F. M.; SANTOS, J. V.; MARQUES, A. P. O.; ALBANEZ, J. H.; MORAES, P. A. V.; MAZINI, S. R.; BAPTISTELLA, M. M. T.; RIGON, E. L. B. Fábricas inteligentes e os novos desafios na formação dos engenheiros: os impactos da indústria 4.0. **Revista Engenharia em Ação - UniToledo**, v. 2, n. 2, p. 34-45, set./dez. 2017.

CARVALHO, N.; CHAIM, O.; CAZARINI, E.; GEROLANO, M. Manufacturing in the fourth industrial revolution: a positive prospect in sustainable manufacturing. **Procedia Manufacturing**, v. 21, p. 671-678, 2018.

CARVALHO, E. S. S.; DUARTE FILHO, N. F. Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0. **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, v. 27, p. 36–51, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Desafios para a indústria 4.0 no Brasil. **Portal da Indústria.** Distrito Federal: Brasília. 2016. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

CLOSS, L. Q.; FERREIRA, G. C. A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto Brasileiro: Uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 419–432, 2012.

DA SILVA, A. J.; MOREIRA PA, B. D. Conhecimento tácito: o caso da Unioeste na criação do plano de desenvolvimento do agente universitário (PDA) Tacity. **Informe GEPEC**, Toledo-PR, v. 20, n. 2, p. 172-184, 2016. Disponível em: <http://131.255.84.97/index.php/gepec/article/download/15690/10986>. Acesso em: 01 de março de 2021.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **The Academy of Management Review**. v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

GIL, A. C. **Didática do ensino superior**. São Paulo: Atlas, 2011.

HAIR JR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; SANT'ANNA, M., A. G. A. S. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

HOFFMANN, M. G.; LEMOS, D. C.; DOMINGOS, A.; SELL, D.; BUSATO, L. Cooperação universidade-empresa em projetos de pesquisa: experiência da Universidade do Estado de Santa Catarina. **E&G Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 20, n. 55, Jan./Abr. 2020.

LANDIS, J. R; KOCH, G. G. **The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data**. Biometrics, v. 33, n. 1 , p. 159-174, 1977.

LIMA, E. C.; OLIVEIRA NETO, C. R. Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 17, n. 194, Jul. 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MIAN, S. H.; SALAH, B.; AMEEN, W.; MOIDUDDIN, K.; ALKHALEFAH, H. Adapting universities for sustainability education in industry 4.0: channel of challenges and opportunities. **MDPI Sustainability**, 12, 6100, 2020.

MOURTZIS, D. Development of Skills and Competences in Manufacturing Towards Education 4.0: A Teaching Factory Approach. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, Proceedings of 3rd International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing, AMP 2018, Belgrade, Serbia, 5–7 June 2018; Ni, J., Majstorovic, V., Djurdjanovic, D., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2018.

MOURTZIS, D.; VLACHOU, E.; DIMITRAKOPOULOS, G.; ZOGOPOULOS, V. Cyber-Physical Systems and Education 4.0–The Teaching Factory 4.0 Concept. **Procedia Manuf.**, 23, p. 129–134, 2018.

ORSO, P. J. A Universidade Estadual do Oeste do Paraná e seu contexto sócio-histórico. **Revista Educere et Educare**, Cascavel, v. 4, n. 7, p. 237-246, 2009.

PASQUALI, L. Psicometria. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 43, n. especial, p. 992-999, 2009.

RAMAKRIHNA, S.; NGOWI, A.; JAGER, H. de; AWUZIE, B. O. Emerging Industrial Revolution: symbiosis of Industry 4.0 and Circular Economy: the Role of Universities. **Science, Technology & Society**, v. 1, n. 21, 2020.

RELATÓRIO DE COMPETITIVIDADE GLOBAL, 2019. Disponível em < http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf> Acesso em: 22 de outubro 20.

RICHARDSON, R. J. (1999). **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA, M. A. Uma proposta para política de desenvolvimento produtivo e tecnológico: uma via para o Brasil no próximo paradigma tecnológico. **Revista Cadernos de Campo**, Araraquara, n. 27, p. 17-38, 2019.

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

SANTOS, I. L.; SANTOS, R. C.; SILVA Jr, D. S. Análise da indústria 4.0 como elemento rompedor na administração de produção. **Future Studies Research Journal**, v. 11, n. 1, p. 48-64, 2019.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial.** Bauru: Editora Edipro, 2018.

SCHWAB, K. The Global Competitiveness Report. **World Economic Forum**, 2019. Disponível em < http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf> Acesso em: 22 de outubro de 2020.

SELTIZ, C.; COOK S. W.; WRIGHTSMAN, L. S. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: EPU, 1987.

SHAHROOM, A.A.; HUSSIN, N. Industrial Revolution 4.0 and Education. **Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci**., 8, p. 314–319, 2018.

TILAK, G.; SINGH, D. Industry 4.0–4th Rising Industrial Revolution in Manufacturing Industries and its Impact on Employability and Existing Education System. **Pramana Res**. J., 8, p. 161–169, 2018.

UMACHANDRAN, K.; JURCIC, I.; FERDINAND-JAMES, D.; SAID, M.M.T.; ABD RASHID, A. Gearing up education towards Industry 4.0. Int. J. **Comput. Technol**., 17, p. 7305–7311, 2018.

WAGNER, M. B.; MOTTA, V. T.; DORNELLES, C. **SPSS passo a passo**: statical package for the social sciences. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 2004.