



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPUS ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOÃO BARROS DE MELO JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS E ESTUDANTES DA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ACERCA DAS MUDANÇAS INERENTES À  
INDÚSTRIA 4.0**

Caruaru  
2019

JOÃO BARROS DE MELO JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS E ESTUDANTES DA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ACERCA DAS MUDANÇAS INERENTES À  
INDÚSTRIA 4.0**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Área de concentração:** Gestão da Produção.

**Orientador:** Profa<sup>o</sup>. D.Sc. Marcele Elisa Fontana.

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

M528a Melo Junior, João Barros de.  
Avaliação da percepção dos profissionais e estudantes da engenharia de produção  
acerca das mudanças inerente à indústria 4.0. / João Barros de Melo Junior. - 2019.  
47 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Marcele Elisa Fontana.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de  
Pernambuco, CAA, Engenharia de Produção, 2019.  
Inclui Referências.

1. Indústrias - Pernambuco. 2. Inovações tecnológicas – Pernambuco. 3.  
Processos de fabricação – Pernambuco. 4. Internet das coisas – Pernambuco. 5.  
Percepção. I. Fontana, Marcele Elisa (Orientadora). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2019-332)

JOÃO BARROS DE MELO JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS E  
ESTUDANTES DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ACERCA DAS  
MUDANÇAS INERENTES À INDÚSTRIA 4.0 ULO DO TCC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Produção do Centro Acadêmico do Agreste - CAA, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: **Gestão da Produção**

A banca examinadora, composta pelos professores abaixo, considera o candidato **APROVADO** com nota \_\_\_\_\_.

Caruaru, 10 de Dezembro de 2019.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcele Elisa Fontana: \_\_\_\_\_

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Orientador)

Prof. Dr. Marina Dantas De Oliveira Duarte: \_\_\_\_\_

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Prof. MSc. Wesley Douglas Oliveira Silva: \_\_\_\_\_

Faculdade Maurício de Nassau – UNINASSAU (Avaliador)

## RESUMO

A evolução do mercado acarreta no aumento da competitividade entre as empresas, além da constante busca pela melhoria contínua na qualidade dos produtos e serviços. Sendo assim, para atender as necessidades dos clientes cada dia mais exigentes, as empresas sentem-se estimuladas a possuírem agilidade na adequação dos sistemas produtivos e, por consequência, na gestão empresarial como um todo. Com o intuito de melhorar os processos e aumentar a produtividade, a Indústria 4.0 propõe o aumento do nível de eficiência da organização com o uso de algumas ferramentas e tecnologias. Sendo assim, se faz necessário que os envolvidos no processo estejam aptos a lidar com inovações como a Internet das Coisas (IoT), Computação em Nuvem e Big Data, etc. A partir disso, o objetivo desse estudo foi avaliar a percepção dos profissionais e estudantes acerca das mudanças inerentes à Indústria 4.0 bem como vantagens e desafios enfrentados pela sua implantação. Para tanto realizou-se a análise inferencial, buscando identificar a influência entre o perfil dos respondentes e variáveis de resposta. Como resultado percebeu-se uma maior disseminação dos conceitos da Indústria 4.0 entre os profissionais, se comparado aos estudantes universitários. O que sugere um possível ponto de melhoria, ampliando o acesso dos universitários aos conceitos da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Manufatura avançada. Internet das coisas. Análise inferencial.

## **ABSTRACT**

The evolution of the market leads to increased competitiveness among companies, in addition to the constant search for continuous improvement in the quality of products and services. Thus, to meet the needs of increasingly demanding customers, companies are encouraged to have agility in the adequacy of production systems and, consequently, in business management as a whole. In order to improve processes and increase productivity, Industry 4.0 proposes to increase the efficiency level of the organization using some tools and technologies. Therefore, those involved in the process need to be able to deal with innovations such as the Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Big Data, etc. From this, the objective of this study was to evaluate the perception of professionals and students about the changes inherent in Industry 4.0 as well as the advantages and challenges faced by its implementation. In addition to performing inferential analysis, seeking to identify the influence between the profile of respondents and response variables. As a result, there was a greater dissemination of advanced manufacturing concepts among professionals compared to university students. This suggests a possible point of improvement, expanding the access of university students to the concepts of Industry 4.0.

**Keywords:** Industry 4.0. Advanced Manufacturing. Internet of things. Inferential analysis

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização dos participantes.....	17
Tabela 2 –	Domínio do conceito Indústria 4.0.....	18
Tabela 3 –	Domínio do conceito Computação em nuvem.....	18
Tabela 4 –	Domínio do conceito Internet das coisas.....	19
Tabela 5 –	Domínio do conceito Big Data.....	19
Tabela 6 –	Vantagens da Indústria 4.0: Reduzir custos operacionais.....	20
Tabela 7 –	Vantagens da Indústria 4.0: Reduzir lead times.....	20
Tabela 8 –	Vantagens da Indústria 4.0: Desenvolver novos negócios.....	21
Tabela 9 –	Vantagens da Indústria 4.0: Flexibilidade da produção.....	21
Tabela 10 –	Preparado para trabalhar com ERP.....	22
Tabela 11 –	Preparado para trabalhar com sensores e CLP’s.....	22
Tabela 12 –	Preparado para trabalhar com sistemas de simulação.....	23
Tabela 13 –	Preparado para trabalhar com realidade virtual e aumentada.....	23
Tabela 14 –	Barreiras para implantação: Recursos financeiros.....	24
Tabela 15 –	Barreiras para implantação: Mão-de-obra qualificada.....	24
Tabela 16 –	Barreiras para implantação: Cultura organizacional.....	25
Tabela 17 –	Perfil vs Domínio do conceito Indústria 4.0.....	26
Tabela 18 –	Perfil vs Domínio do conceito Computação em nuvem.....	26
Tabela 19 –	Perfil vs Domínio do conceito Internet das coisas.....	27
Tabela 20 –	Perfil vs Domínio do conceito Big Data.....	27
Tabela 21 –	Perfil vs Benefício: Reduzir custos operacionais.....	28
Tabela 22 –	Perfil vs Benefício: Desenvolver novos negócios.....	29
Tabela 23 –	Perfil vs Benefício: Reduzir lead times.....	29
Tabela 24 –	Perfil vs Benefício: Flexibilidade da produção.....	30
Tabela 25 –	Perfil vs Segurança de atuação no mercado: Sistemas ERP.....	31
Tabela 26 –	Perfil vs Segurança de atuação no mercado: Sensores e CLP’s...	31
Tabela 27 –	Perfil vs Seg. de atuação no mercado: Simulação de processos...	32
Tabela 28 –	Perfil vs Segurança de atuação no mercado: Realidade virtual....	32
Tabela 29 –	Perfil vs Entraves: Recursos financeiros.....	33
Tabela 30 –	Perfil vs Entraves: Mão-de-obra qualificada.....	34
Tabela 31 –	Perfil vs Entraves: Cultura organizacional.....	34
Tabela 32 –	Hipóteses alternativas não rejeitadas.....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b><i>INTRODUÇÃO</i></b>	<b>8</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>10</b>
<b>1.3</b>	<b>Estrutura Do Trabalho</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b><i>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</i></b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Indústria 4.0</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Computação em nuvem</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Big Data</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Internet das coisas</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b><i>METODOLOGIA</i></b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Etapas da pesquisa</b>	<b>17</b>
3.1.1	Fundamentação teórica	17
3.1.2	Caracterização do problema	17
3.1.3	Definição do objetivo	18
3.1.4	Elaboração do questionário	18
3.1.5	Teste do Questionário	18
3.1.6	Aplicação do Questionário	19
3.1.7	Resultados e análises	19
<b>4</b>	<b><i>RESULTADOS</i></b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise descritiva</b>	<b>21</b>
4.1.1	Descrição dos participantes	21
4.1.2	Domínio dos conceitos	21
4.1.3	Benefícios da Indústria 4.0	24
4.1.4	Segurança de atuação no mercado	25
4.1.5	Barreiras para implantação da Indústria 4.0	27
4.2.1	Perfil vs Domínio dos conceitos	29
4.2.2	Perfil vs Benefícios da Indústria 4.0	32
4.2.3	Perfil vs Segurança de atuação no mercado	34
4.2.4	Perfil vs Barreiras para a implantação da Indústria 4.0	37
<b>4.3</b>	<b>Síntese conclusiva</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b><i>CONCLUSÕES</i></b>	<b>40</b>
	<b><i>REFERÊNCIAS</i></b>	<b>42</b>
	<b><i>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO</i></b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução do mercado acarreta no aumento da competitividade entre as empresas, além da constante busca pela melhoria contínua na qualidade dos produtos e serviços. Sendo assim, para atender as necessidades dos clientes cada dia mais exigentes, as empresas sentem-se estimuladas a possuírem agilidade na adequação dos sistemas produtivos e, por consequência, na gestão empresarial como um todo. Com o intuito de melhorar os processos e aumentar a produtividade, recorrem a metodologias como o *Lean* que tem por objetivo a identificação do valor nas etapas do processo e a redução otimizada dos desperdícios. Assim, é possível estabelecer uma linha de operação com foco no valor e na garantia da qualidade. Segundo Holweg (2007), é a otimização de forma que se produza o máximo com o mínimo, com o mínimo esforço, com o mínimo de equipamentos, no mínimo tempo e espaço e ainda estar oferecendo ao cliente exatamente o desejado. Porém, devido ao avanço tecnológico, outros conceitos surgem, assim como a Indústria 4.0 que propõe o aumento do nível de eficiência da organização com o uso de algumas ferramentas e tecnologias (Downes, et al; 2014).

A indústria 4.0 tem por objetivo estabelecer o conceito de fábricas inteligentes no ambiente industrial. Um ponto fundamental para o sucesso da Indústria 4.0 é a união entre ambiente físico e digital, que se torna possível devido a integração entre processos físicos e computacionais. As organizações que possuem sistemas operando desta maneira estão inseridas no contexto de Fábricas inteligentes, e configuram a base da Indústria 4.0 (MASALENO et al., 2018).

De acordo com Dombrowski et al. (2017), o termo Internet das Coisas (IoT) descreve a visão de que praticamente todos os objetos se tornam inteligentes e conectados. O termo foi apresentado pela primeira vez como título de uma apresentação de Kevin Ashton para a empresa Procter & Gamble. Seu objetivo era apresentar um sistema no qual os computadores coletariam dados e, assim, saberiam tudo sobre as coisas, inseridas nesse sistema, além das suas condições operacionais em tempo real. A IoT é a extensão da internet ao mundo físico, que torna possível a interação e comunicação entre objetos do cotidiano de modo que cooperem entre si, sendo, portanto, composta por inúmeros equipamentos sensores e atuadores que monitoram e interagem com o ambiente (ASHTON, 2009). A proposta da IoT viabiliza soluções em diferentes cenários como aplicações na área de saúde, transporte, monitoramento de tráfego, agronegócios, automação residencial, predial, industrial, entre outras.

Portanto, entende-se que ‘coisa’ na IoT é um termo bastante amplo, podendo ser por exemplo, um animal com um chip de monitoramento em seu habitat natural, uma pessoa com um implante de monitor cardíaco, um automóvel com sensores de alerta sobre a pressão do

pneu ou qualquer outro dispositivo feito pelo homem com a capacidade de transmissão de dados via rede Internet (SHIN, 2010). Percebe-se, então, a existência de várias tecnologias que irão se integrar e habilitar o funcionamento da IoT. A diminuição de tamanho, peso, consumo de energia e preço das tecnologias sem fio permitem que qualquer objeto possua capacidade de comunicação.

Como mencionado anteriormente, as aplicações relacionadas a IoT são inúmeras, podendo ser utilizadas em diferentes segmentos de mercado, como também na manufatura de produtos, referenciado como IIoT (IoT Industrial). Em termos de aplicação da IoT ao mundo industrial, a literatura menciona que ela pode ajudar em manutenção preventiva, controle remoto, ferramentas e serviços analíticos de fabricação, gerenciamento da qualidade do processo e modernização inteligente de máquinas, e permitirá integrar cadeias de suprimentos inteiras, permitindo rastreamento de logística interna e externa (DOMBROWSKI et al. 2017).

Além disso, os avanços na IoT podem ajudar a monitorar e visualizar várias aplicações de redes de sensores sem fio (wireless sensor networks -WSN) em ambientes de fabricação, como células de trabalho automatizadas, sistemas de transporte, e quaisquer outros sistemas de transformação. Nesse contexto, os dados em tempo real e a entrega do produto no local certo e na hora certa são otimizados, permitindo até a criação de novos serviços e a melhoria dos processos produtivos (APPEL et al., 2014).

Sendo assim, pode-se perceber a importância da IoT para a Indústria 4.0 aliada à filosofia Lean uma vez que este também objetiva a otimização da cadeia de valor e a implementação de uma produção autônoma controlada e dinâmica. Dombrowski et al. (2017) afirmaram que todo aspecto da Indústria 4.0 pode ser associado a um princípio Lean, mas que a Indústria 4.0 pode trazer benefícios ao Lean com seus avanços tecnológicos. Em outras palavras, percebe-se uma ordem “evolutiva”, uma vez que o Sistema Toyota de Produção (STP) é responsável por criar processos otimizados, organizados eficientes e enxutos, e as ferramentas da 4ª Revolução Industrial digitalizam tais processos e os conectam. A IoT pode tornar cada vez mais real a fábrica enxuta idealizada pelo STP, pois, dentre muitos outros benefícios, permite entender melhor a demanda, compartilhar informações sobre ela para a fábrica em tempo real e, dessa forma, gerenciar os processos de modo a eliminar desperdícios e verdadeiramente implementar o Just In Time (JIT).

Os benefícios da utilização da manufatura avançada vão muito além do ganho de produtividade. Impactam na criação dos produtos, na forma que são apresentados ao mercado e na diminuição do seu ciclo de vida, devido ao avanço tecnológico. Assim como na flexibilização da linha de produção para uma ágil customização em massa, de forma eficiente

e eficaz em torno do uso dos recursos disponíveis em toda a cadeia de valor, afirmou a Confederação Nacional da Indústria (CNI) (CNI, 2016).

Para acompanhar este desenvolvimento industrial, os sistemas de manufatura precisam ser reconfigurados para que sejam capazes de absorver as informações e aplicá-las nos processos de fabricação, tornando-os flexíveis, adaptáveis e inteligentes a fim de atender o novo formato dinâmico e global de mercado consumidor. Esse sistema deve oferecer um novo potencial à indústria manufatureira, como atender aos requisitos individuais dos clientes, otimizar a tomada de decisões e agregar novas capacidades aos produtos (CONTRERAS et al. 2017). Contudo, isso demanda que não apenas os processos se adaptem, mas também que os profissionais evoluam tecnicamente acompanhando a 4ª Revolução Industrial. Ou seja, se faz necessário que os envolvidos no processo estejam aptos a lidar com inovações como a Internet das Coisas (IoT), Computação em Nuvem e Big Data, etc

## **1.1 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a percepção dos profissionais e estudantes acerca das mudanças inerentes à Indústria 4.0 bem como vantagens e desafios enfrentados pela sua implantação.

Para atender a este objetivo geral, os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- Analisar as inovações e tecnologias propostas pela Indústria 4.0 na literatura;
- Aplicar a metodologia survey para levantamento da percepção acerca da Indústria 4.0;
- Identificar divergências e convergências entre a percepção dos respondentes.

## **1.2 Justificativa**

Nos últimos anos, houve um grande desenvolvimento e avanços na IoT e áreas relacionadas, como Big Data, computação em nuvem e tecnologias sem fio. Essas tendências emergentes proporcionam oportunidades para melhorias industriais e também dar início a quarta revolução industrial. Seu principal objetivo inclui automação, melhoria de processos e aumento de produtividade. Esse avanço tecnológico abriu um caminho de progressão, que não apenas reformulou, mas também transformou o processo da indústria (XU et al., 2018). Um dos componentes básicos da Indústria 4.0 é a IoT, o que leva a uma mudança de paradigma para as empresas de manufatura. Muitas empresas de manufatura estão enfrentando desafios na integração de componentes básicos da Indústria 4.0. A IoT é uma transformação tecnológica de dados do mundo real em dados virtuais e tem a capacidade de compartilhar informações e se

auto organizar de forma inteligente implicando em um imenso crescimento da tecnologia da informação que influenciou a produtividade, precisão, qualidade e eficiência das empresas de manufatura. Atingir um nível mais alto de eficiência e produtividade da produção com o aumento da automação é o principal objetivo da Indústria 4.0. Com o reforço da IoT, a fabricação inteligente é gerenciada de forma autônoma, com a otimização máxima dos recursos ao longo do processo.

Sendo assim, com tamanho avanço tecnológico e mudança de paradigmas no ambiente industrial é relevante entender e analisar a percepção dos profissionais e estudantes de Engenharia de Produção acerca do cenário apresentado e como se sentem frente as mudanças propostas pela 4ª revolução Industrial.

### **1.3 Estrutura Do Trabalho**

Além dos tópicos abordados neste Capítulo 1, este trabalho conta com outros 4 capítulos. Os temas abordados estão presentes na Fundamentação Teórica que está contida no capítulo 2. O Capítulo 3 apresenta o processo metodológico seguido durante a execução da pesquisa. O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos por meio da análise descritiva e inferencial seguido das conclusões, limitações e oportunidades de trabalhos futuros.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Indústria 4.0**

É recorrente a ideia que a tecnologia mudará a realidade atual. Talvez não se tenha a noção exata da dimensão das mudanças que estão por vir e muito menos das consequências que essas mudanças trarão. Com a Indústria 4.0 a forma como os sistemas operam, como os produtos são fabricados e consumidos também mudarão. A mudança é tão drástica ao ponto de ter recebido o nome de Quarta Revolução Industrial (COELHO, 2016). Na primeira, ocorreu o advento das máquinas a vapor movidas à carvão. A eletricidade foi a protagonista na segunda, causando também uma grande transformação na operação dos processos. A terceira apresentou a automação das máquinas, o uso dos computadores, e apresentou o mundo de possibilidades do que estava por vir: a digitalização e o mundo virtual, colocando a humanidade em outro patamar de interação e desenvolvimento (RÜBMANN et al., 2015).

Com a digitalização, 100% dos processos estarão conectados, envolvendo desde o setor da produção até marketing e vendas. As máquinas conseguirão conversar entre si, e também estabelecer comunicação com peças, ferramentas e seres humanos. Isso será possível graças aos sistemas ciber-físicos que estabelece a comunicação entre os dispositivos, enviando informações de um para o outro (DAVENPORT e KUDYBA, 2017). A partir dessa conexão as próprias máquinas poderão tomar decisões para melhorar o processo produtivo ou até mesmo reduzir custos. Não será mais necessário fazer uma programação (OCDE, 2017).

Como consequência disso, o planejamento e o controle da produção passarão a acontecer em tempo real, com ajustes muito mais dinâmicos e otimizados. As próprias máquinas poderão balancear o ritmo da produção, otimizando o uso da capacidade bem como a utilização dos recursos (OCDE, 2017). Para o consumidor, o principal impacto dessa está relacionado aos ganhos em flexibilidade, agilidade, eficiência produtiva e melhorias constantes de processo de distribuição com maior dinamismo a personalização dos produtos. As empresas poderão entregar algo mais customizado na mesma velocidade que, hoje, produzem em série. Isso porque, novamente, as máquinas receberão diretamente os pedidos ou as informações de comportamento do cliente e oferecerão o que ele deseja (GILLIAND e WENZY, 2012).

É por isso, que, assim como sugerido por Buhr (2017, p. 10) é “imprescindível que olhemos com mais atenção para esse aspecto, para que seja possível identificar onde estão os riscos, mas também as oportunidades para o progresso e a inovação social” pois as empresas exigirão um colaborador diferente, muito mais versátil, ágil e conectado que possua novas habilidades e qualificações. Nesse sentido, os profissionais atuantes no mercado e os que estão

ingressando no momento precisarão adaptar-se a esta nova realidade, visto que os principais impactos ocorrerão na força de trabalho qualificada, interferindo na empregabilidade e na necessidade das pessoas aperfeiçoarem e desenvolverem suas habilidades e técnicas para operarem com todas as novas tecnologias e garantir sua empregabilidade (HECKLAU, 2016).

## **2.2 Computação em nuvem**

A computação em nuvem vem crescendo no cenário empresarial nos últimos anos, isso se dá devido os constantes avanços tecnológicos, como a popularização da internet e também a evolução na capacidade de processamentos dos dispositivos. O termo computação em nuvem pode ser definido como a disponibilidade de aplicações computacionais oferecidas como serviços a partir de acesso via Internet, por meio de hardware e software hospedados em datacenters remotos (DURKEE, 2010). Porém, para Katzan(2010) a computação em nuvem significa que toda a infraestrutura e informação estará disponível de forma digital na Internet, incluindo os softwares, ferramentas de busca, redes de comunicação, provedores, centros de armazenamento e processamento de dados, onde possui fácil acesso e os recursos podem ser dinamicamente reconfigurados e ajustados para uma escala variável de acordo com a sua utilização.

Assim como toda tecnologia recente, a grande discussão envolvendo a computação em nuvem está relacionada às suas vantagens e desvantagens de utilização. A mesma apresenta inúmeras vantagens para os usuários, desde o usuário desenvolvedor que manipula a plataforma, ao usuário que apenas possui seus dados gerenciados.

O custo sempre é um critério a ser avaliado em um investimento, e na computação em nuvem este critério é uma das principais vantagens uma vez que a utilização desta tecnologia está baseada na redução dos investimentos em infraestrutura física de Tecnologia da Informação, além da redução do custo com mão de obra especializada, visto que não necessita do planejamento e execução de projetos de infraestrutura interna de datacenters nas organizações, o que diminui bastante o custo com esse tipo de operação.

Segundo Vaquero et al(2009) as maiores desvantagens da computação em nuvem são pontos chave para a evolução e adoção da mesma, dentre elas estão: segurança, confiabilidade e disponibilidade.

A segurança é o principal entrave, pois a informação que antes era armazenada localmente irá localizar-se em um local aparentemente não físico que não se tem precisão onde é e nem que tipos de dados estão sendo armazenados junto a ela, além de existir a possibilidade ataques virtuais às referias informações.

A confiabilidade retrata à periodicidade com que o sistema falha e qual o impacto disso nos dados armazenados. Os processos executados com o auxílio da computação em nuvem devem ser confiáveis, fazendo com que os dados armazenados permaneçam seguros e intactos mesmo com a ocorrência de falhas em um ou mais servidores. E isto implica justamente na também na disponibilidade do sistema, pois deve estar acessível aos usuários a maior parte do tempo possível (VAQUERO et al, 2009).

### **2.3 Big Data**

Esta tecnologia representa o enorme volume de dados extraídos a partir de sensores e equipamentos em rede, com enorme velocidade de processamento, mas de forma que permita a coleta correta de dados das mais variadas fontes e formatos de dados, como sensores, computadores, pessoas, internet, entre outros. No passado os dados normalmente eram depositados em bancos de dados em formato de histórico para uma análise futura (LI, 2015). Atualmente, o Big Data fornece a capacidade de acessá-los em tempo real permitindo que decisões sejam tomadas de forma mais eficientes. Além disso é possível citar como benefícios da utilização do Big Data a melhoria na capacidade de mineração de dados, coleta de grandes quantidades de informações de diferentes dispositivos, melhoria no processamento de dados e obtenção de informações (GALBRAITH, 2014).

O Big Data é considerado por alguns autores como um desafio para a implantação da indústria 4.0, pois, como citado anteriormente, coleta dados de diversas fontes e formatos implica numa estrutura integrada que armazene, processe e gerencie todas as informações mesmo encontrando um cenário com ausência de padronização de formato de dados, visto que o ambiente industrial apresenta informações heterogêneas.

Sendo assim é necessário direcionar os esforços para saber como adquirir, utilizar e interpretar da melhor forma o real valor que todos estes dados possuem juntos. O Big Data acarretará em vantagem competitiva para as organizações, com o surgimento de novos métodos de interação com o mercado ou desenvolvendo novos produtos, serviços e estratégias. A Internet das Coisas é uma área de grande relevância no conceito de Big Data visto que é uma fonte expressiva de dados e estabelece a integração que permite a comunicação entre todas as peças do sistema (GALBRAITH, 2014).

Armazenar e processar dados não apresenta utilidade até o ponto que passa a existir uma análise destes insumos, e é justamente nisso que consiste o conceito de Data Analytics, pois tem como objetivo a análise inteligente do grande volume de dados coletados através ferramentas de Big Data. O seu principal objetivo é identificar padrões que sirvam de insights

que as organizações possam melhorar seus processos e atividades cada vez mais (KHAN e TUROWSKI, 2016).

## 2.4 Internet das coisas

A Internet das coisas (IoT) transforma os objetos físicos em objetos inteligentes. O conceito de IoT permite funcionalidades que surgem de tecnologias como sensores, atuadores e outras tecnologias de comunicação. Em 2000, foram realizadas pesquisas sobre sensores, que desempenharam um papel significativo na área de manufatura, logística e cadeia de suprimentos e ofereceram benefícios comerciais e recursos que se comunicam em um ambiente de sistema. Com o suporte da IoT, qualquer segmento pode transformar o seu processo de negócios e fornecer controle sob suas operações, além da oportunidade de tomar decisões informadas e descentralizadas, com alto grau de qualidade.

Tan e Wang (2010) identificaram importantes recursos essenciais para o funcionamento da IoT, como: confiabilidade, escalabilidade, modularidade, qualidade de serviço, integração e interoperabilidade, recursos de interface e rede, segurança. Os autores declararam que esses recursos essenciais enfatizaram os componentes do sistema IoT para coleta e entrega oportuna de informações. No entanto, eles acreditam que a segurança na IoT é uma questão crucial, pois é um recurso complementar e nenhuma solução técnica para segurança e privacidade das informações é garantida.

Miorandi et al. (2012) também identificaram alguns requisitos de IoT para sua implementação, como heterogeneidade, troca de dados em tempo real, monitoramento, recursos de auto-organização, segurança e privacidade, interoperabilidade. Os autores acreditavam que a eficiência do sistema IoT seria maximizada aumentando a saída do sistema em condições extremas, mas declararam que a IoT precisa manter um ambiente seguro à medida que a transação de grandes dados ocorre, e para esse protocolo de transação foi criado para diferentes dispositivos para uma comunicação eficiente, portanto, a segurança é essencial para a IoT.

Com base nos artigos analisados por Shubhangini e Surya (2019), 10 características da IoT foram identificadas e uma breve descrição é fornecida aqui:

- Heterogeneidade: a IoT se distingue pela heterogeneidade em relação a vários dispositivos, tecnologias e serviços integrados ao sistema e espera-se que eles ofereçam seus recursos em termos de comunicação e aspectos computacionais;
- Escalabilidade: o sistema IoT é identificado por sua escalabilidade de sistemas, processos ou rede para gerenciar dados ou recursos volumosos. A escalabilidade é apresentada como se o sistema tivesse a capacidade de aumentar sua produção total sob

carga extrema quando qualquer hardware ou componente é adicionado proporcionalmente;

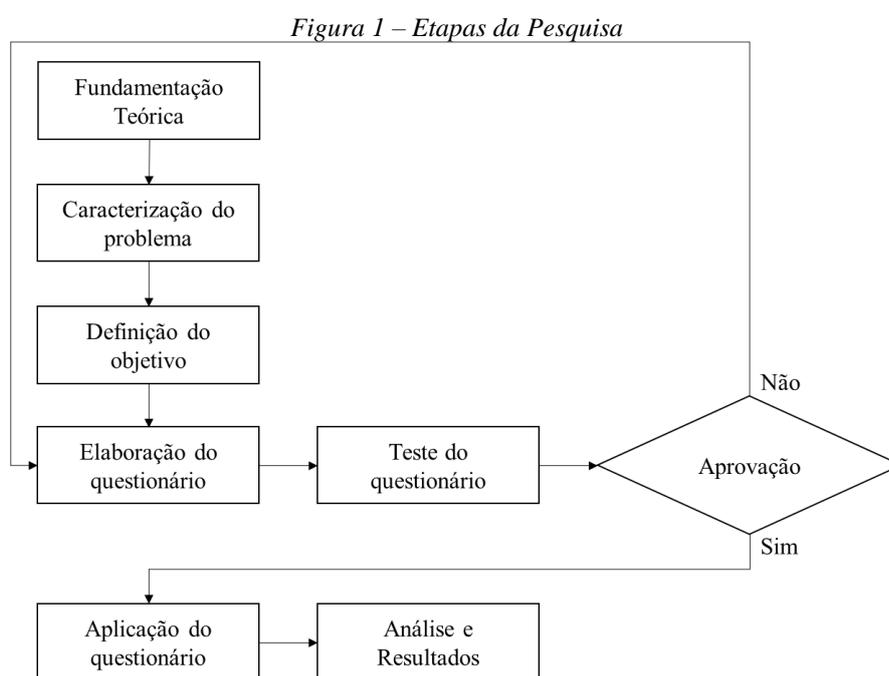
- Troca de dados em tempo real: na IoT, um papel significativo é desempenhado pelas tecnologias de comunicação sem fio que permitem que diferentes dispositivos ou componentes inteligentes entrem em rede para troca de dados em diferentes formatos e em grande quantidade;
- Monitoramento: auxilia no rastreamento dos dispositivos e dados habilitados para IoT que estão conectados à rede;
- Compatibilidade e confiabilidade: mantém a capacidade do sistema de trabalhar em conjunto com vários dispositivos / componentes diferentes por um período especificado em um determinado ambiente de funcionamento sem implementar nenhuma alteração no sistema;
- Informações em tempo real: é importante para a coleta e entrega oportunas das informações capturadas por sensores;
- Características de big data: um aumento no número de dispositivos na rede com um aumento exponencial no consumo de dados alavanca o Big Data e pode ajudar no gerenciamento e análise dos dados;
- Recursos de interface e rede: permite que os sensores e controladores façam interface com o mundo físico, além de localização e comunicação.
- Minimização de custos: otimiza o custo operacional da IoT, ou seja, manutenção, desenvolvimento, consumo de energia ou instalação. É essencial detectar modificações nas condições do sistema, ou seja, atualizar, detectar erros e corrigir falhas na execução de serviços de manutenção para aumentar a viabilidade do sistema e apoiar a recuperação do serviço, pois depende das operações do sistema IoT. Se ocorrerem falhas no sistema, as conexões e os serviços de rede que fornecia anteriormente também deixam de funcionar. Com o apoio de sensores, a falha do equipamento é minimizada e permite ao sistema executar a manutenção planejada;
- Ecossistema de IoT seguro: fornece robustez à privacidade, autorização, integridade, autenticação, ambiente seguro confiável, conformidade

### 3 METODOLOGIA

Nessa seção é apresentada a metodologia no desenvolvimento desta pesquisa, como também as etapas necessárias para a conduzir. Neste caso, adotou-se o método de pesquisa de campo, análise descritiva e inferência estatística.

#### 3.1 Etapas da pesquisa

A Figura 1 apresenta os passos necessários para conduzir o presente trabalho.



*Fonte: Autor (2019)*

##### 3.1.1 Fundamentação teórica

Nesta etapa, realizou-se uma fundamentação teórica sobre Indústria 4.0, bem como os principais temas relacionados. Com o objetivo de compreender a relação entre as tecnologias necessárias para a implementação da Manufatura Avançada. Estes conceitos serviram de insumos para a elaboração do questionário aplicado.

##### 3.1.2 Caracterização do problema

As revoluções industriais ao longo dos últimos séculos foram determinantes para o avanço da sociedade. Foi a partir desses eventos históricos que várias tecnologias foram sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas. Por isso, para o profissional não se tornar obsoleto é preciso estar atento às mudanças no mercado. Atualmente está em curso a quarta revolução industrial, exigindo mais uma vez que os profissionais se adaptem às novas ferramentas e tecnologias.

Sendo assim este trabalho buscou analisar a percepção profissionais e futuros profissionais da engenharia de produção acerca das mudanças propostas pela Indústria 4.0

### 3.1.3 Definição do objetivo

De acordo com a caracterização do problema, a definição do objetivo incorreu em verificar a percepção dos Estudantes e Profissionais da Engenharia de Produção face às mudanças provocadas pela quarta revolução industrial. Além disso, analisar o pressuposto de que o perfil, ou seja, o fato do respondente ser Estudante ou Profissional influencia na forma como enxerga a revolução causada pela Indústria 4.0.

Sendo assim, para cada um dos blocos contidos no questionário a pesquisa testou as seguintes hipóteses:

- H<sub>0</sub>: O perfil dos respondentes não altera a percepção de concordância em relação à afirmativa apresentada;
- H<sub>1</sub>: O perfil dos respondentes altera a percepção de concordância em relação à afirmativa apresentada.

### 3.1.4 Elaboração do questionário

O questionário utilizado nesta pesquisa foi inspirado no estudo realizado pela Confederação Nacional da Indústria – CNI em 2016, encontra-se no apêndice e foi estruturado em cinco blocos:

- Bloco I - Dados do entrevistado – Contemplando informações como idade, ano de formatura e ocupação atual;
- Bloco II - Conhecimento – Contemplando informações acerca do conhecimento de alguns conceitos da Indústria 4.0 bem como a avaliação de domínio das tecnologias;
- Bloco III - Vantagens – Semelhante ao Bloco Conhecimento, porém focado em avaliar as vantagens propostas pela manufatura avançada.
- Bloco IV - Autoavaliação – Bloco correspondente à identificar se os respondentes se sentem preparados para as tecnologias emergentes;
- Bloco V - Barreiras – Por fim, foi avaliado a percepção dos respondentes frente algumas possíveis barreiras para a implantação da manufatura avançada.

### 3.1.5 Teste do Questionário

Esta etapa objetivou avaliar a coesão nas perguntas, de acordo com o objetivo estabelecido. Essa fase foi feita com 12 alunos de Engenharia de Produção da Universidade

Federal de Pernambuco, onde puderam explicar suas dúvidas sobre o questionário e indicar a readequação do mesmo, fazendo com que o questionário conseguisse coletar as informações da melhor maneira possível.

### 3.1.6 Aplicação do Questionário

A amostra foi extraída por conveniência, com caráter transversal, por meio da aplicação de um questionário *on-line*, realizada pela plataforma Google Doc's, onde se utilizou dos elementos com maior disponibilidade de participação na pesquisa, totalizando 164 respondentes.

As perguntas foram avaliadas por meio da escala de Likert, que possui 5 afirmações como resposta, partindo de (1) “discordo totalmente” até (5) “concordo totalmente”

A pesquisa teve uma visão exploratória, pois objetivou proporcionar uma maior familiaridade com o tema abordado. Como se pode observar em Beuren (2006, p. 80) “a caracterização do estudo como pesquisa exploratória normalmente ocorre quando há pouco conhecimento sobre a temática a ser abordada”. Apoiou-se também na perspectiva descritiva, pois, segundo Beuren (2006), esta perspectiva tem como principal objetivo a descrição das características de determinada população, estabelecendo relações entre as variáveis em questão. Entretanto, esta pesquisa tem a proposta de não apenas analisar a percepção dos estudantes e profissionais acerca da Indústria 4.0, mas também analisar a influência do perfil dos entrevistados nas respostas.

Para o participante estar apto a participar da pesquisa era necessário possuir vínculo, empregatício ou educacional, com a cidade de Caruaru-PE, ser graduando ou graduado em Engenharia de Produção, além de já ter tido algum tipo de contato com os conceitos da Indústria 4.0, verificado por meio de uma pergunta no questionário. Além disso, no caso de graduando, necessitava estar no penúltimo ou último ano da graduação.

### 3.1.7 Resultados e análises

A partir da obtenção dos resultados coletados, os mesmos foram tabulados e a análise descritiva foi realizada, de modo que fosse possível compreender como às inovações provocadas pela Indústria 4.0 são interpretadas pelos respondentes.

Visto que a estatística inferencial objetiva obter conclusões acerca da população a partir de uma amostra, e seus métodos envolvem o cálculo de estatísticas, a partir das quais se infere sobre os parâmetros da população este trabalho buscou verificar a correlação entre as variáveis analisadas e o perfil dos respondentes por meio do teste de hipóteses (CORREA, 2003).

Os testes de hipóteses podem ser paramétricos ou não paramétricos. Os paramétricos consideram que os dados seguem uma distribuição normal, já os não paramétricos são conhecidos por testes livres de distribuição, permitem uma aplicação mais generalizada, pois são menos rígidos que os paramétricos (BARBETTA et al., 2010). Sendo assim, por ser não paramétrico, e ser usado para descobrir se existe uma associação explicativa entre duas variáveis, foi utilizado o teste Qui-quadrado de Pearson com auxílio do software *IBM SPSS Statistics* versão 20. E o nível de significância( $\alpha$ ) adotado foi de 5%. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, visando avaliar a normalidade dos dados.

O Teste de Independência Qui-quadrado de Pearson é um teste de hipótese não paramétrico que visa detectar o grau de associação existente entre as variáveis categóricas por meio de comparações entre as frequências, não nulas, observadas e esperadas para certo evento (FIELD, 2009). Para um  $p$ -valor menor do que o nível de significância rejeita-se a hipótese nula.

Para a análise inferencial dos resultados uma adaptação foi feita. Dada à necessidade do teste do Qui-quadrado em possuir apenas frequências não nulas as questões propostas no questionário foram reclassificadas em respostas de “concordância” e “não concordância”. Foram consideradas como “não concordância” as respostas informadas como “discordo totalmente”, “discordo parcialmente” e “indiferente”, como “concordância” as informadas como “concordo parcialmente” e “concordo totalmente”.

## 4 RESULTADOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados dos dados coletados a partir do questionário aplicado, bem como analisar as respostas buscando alcançar o objetivo da pesquisa. Em sequência serão apresentadas as discussões correspondentes aos resultados encontrados.

### 4.1 Análise descritiva

Seguindo o objetivo do trabalho, o mesmo apresenta uma Análise descritiva da amostra participante, seguindo a sequência proposta pelo questionário.

#### 4.1.1 Descrição dos participantes

Seguindo as regras de amostragem apresentadas no capítulo 2, das 164 respostas obtidas apenas 119 respostas foram válidas para esta pesquisa. A Tabela 1 classifica por ocupação e idade o perfil dos entrevistados.

*Tabela 1 – Caracterização dos participantes*

Caracterização dos participantes	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Menos de 25 anos	0	0%	86	93%	86	72%
Entre 25 e 30 anos	16	59%	6	7%	22	18%
Entre 30 e 35 anos	6	22%	0	0%	6	5%
Acima de 35 anos	5	19%	0	0%	5	4%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

*Fonte: Autor (2019)*

Na Tabela 1 percebe-se que 77,3% dos correspondentes faz parte do grupo de estudantes que na sua maioria é jovem abaixo de 30 anos. Esta amostragem é coerente, pois segundo estudo de Oliveira et al (2005), que apresentou a evolução da Engenharia de Produção no Brasil, onde apenas a partir do ano 2000 o curso de graduação começou a se expandir e se popularizar no Brasil. Em outras palavras, o curso é relativamente recente o que justifica a maioria dos respondentes possuir o perfil de estudante.

#### 4.1.2 Domínio dos conceitos

Como citado anteriormente a Indústria 4.0 incorrerá em mudanças em vários aspectos, inclusive com a introdução de alguns conceitos e tecnologias que precisam ser dominadas pelos profissionais da Engenharia de Produção, bem como as universidades devem capacitar os futuros profissionais para tal cenário. O bloco inicial do questionário solicitou que o respondente respondesse em escala de concordância a seguinte afirmação sobre alguns

conceitos da Indústria 4.0: “a empresa\universidade que eu estou inserido possibilita que eu conheça, domine e aplique os conceitos”.

A Tabela 2 apresenta o resultado para o domínio do conceito de Indústria 4.0 proporcionado pela empresa de atuação e pela universidade para profissionais e estudantes, respectivamente.

*Tabela 2 – Domínio do conceito Indústria 4.0*

Domínio do Conceito: Indústria 4.0	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	2	7%	4	4%	6	5%
Discordo parcialmente	7	26%	19	21%	26	22%
Indiferente	8	30%	27	29%	35	29%
Concordo parcialmente	5	19%	23	25%	28	24%
Concordo totalmente	5	19%	19	21%	24	20%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

Ao analisar este aspecto percebe-se que a maioria dos respondentes se posiciona em não concordância com o domínio deste conceito, ou seja, discorda em algum grau ou demonstra indiferença. A pesquisa de Camargo e Mendonça (2017) relatou que em todo Brasil apenas 65 instituições haviam produzido conteúdos relacionados a Indústria 4.0, e apenas 2 em todo estado de Pernambuco, demonstrando a lenta evolução do acesso a estes conceitos.

Seguindo o mesmo raciocínio do item anterior a Tabela 3 apresenta os resultados para o conceito Computação em Nuvem.

*Tabela 3 – Domínio do conceito Computação em Nuvem*

Domínio do Conceito: Computação em nuvem	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	4	15%	24	26%	28	24%
Discordo parcialmente	5	19%	21	23%	26	22%
Indiferente	4	15%	25	27%	29	24%
Concordo parcialmente	8	30%	17	18%	25	21%
Concordo totalmente	6	22%	5	5%	11	9%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

O termo Computação em Nuvem compõe o ambiente exigido para a Indústria 4.0, porém sua origem é um pouco mais antiga, possibilitando que um número maior de pessoas tenha tido contato com a mesma. Observa-se que 52% dos profissionais afirmaram ter o domínio para aplicar a Computação em Nuvem em seus locais de trabalho. Porém, apenas 31% dos estudantes concordam que a sua universidade possibilita o domínio deste conteúdo.

O conceito Internet das Coisas é o modo como os objetos físicos estão conectados e se comunicando entre si e com o usuário, ele quem vai permitir a integração de diferentes formas e fontes de informação. Para este ponto ambos perfis apresentam resultados semelhantes dispostos na Tabela 4. No total da amostra, 45% concordam em dominar o conceito para sua eventual aplicação. Porém estudos mostram que ainda em 2019 mais de 10 bilhões de “coisas” estarão conectadas (HUNG, 2017), demonstrando a importância de todos profissionais estarem preparados para um ambiente conectado e integrado.

*Tabela 4 – Domínio do conceito Internet das Coisas*

Domínio do Conceito: Internet das coisas	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	3	11%	10	11%	13	11%
Discordo parcialmente	7	26%	17	18%	24	20%
Indiferente	3	11%	25	27%	28	24%
Concordo parcialmente	9	33%	27	29%	36	30%
Concordo totalmente	5	19%	13	14%	18	15%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

A Tabela 5 apresenta os resultados para o conceito Big Data.

*Tabela 5 – Domínio do conceito Big Data*

Domínio do Conceito: Big Data	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	5	19%	14	15%	19	16%
Discordo parcialmente	4	15%	16	17%	20	17%
Indiferente	3	11%	18	20%	21	18%
Concordo parcialmente	10	37%	27	29%	37	31%
Concordo totalmente	5	19%	17	18%	22	18%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

Como citado anteriormente, o Big Data é visto como uma vantagem competitiva, ao passo que permite o armazenamento de um enorme volume de dados que em parceria com o *Data Analytics* podem gerar insights que impliquem em vantagem competitiva para as organizações. Para os profissionais, 56% concordam em estar aptos para utilização do Big Data. Situação bem semelhante quando se trata dos estudantes, 49% concordam que as universidades possibilitam o domínio deste tema. Dominar este tema é vantagem competitiva não somente entre organizações, mas também para os profissionais, visto que com o alto avanço tecnológico o gargalo deixa de ser opções de equipamentos e passa a ser mão-de-obra qualificada (HUNG, 2017).

### 4.1.3 Benefícios da Indústria 4.0

Este bloco do questionário abordou a percepção dos respondentes frente as vantagens apresentadas pela Indústria 4.0. Este bloco solicitou que o respondente respondesse em escala de concordância a seguinte afirmação sobre alguns benefícios da Indústria 4.0: “Concordo que a indústria 4.0 pode auxiliar uma empresa à”. As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados frente percepção de redução dos custos operacionais e redução de lead time como benefícios da Indústria 4.0, respectivamente.

*Tabela 6 – Vantagens da Indústria 4.0: Reduzir custos operacionais*

Vantagens da Indústria 4.0: Reduzir custos operacionais	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	0	0%	1	1%	1	1%
Discordo parcialmente	0	0%	0	0%	0	0%
Indiferente	4	15%	8	9%	12	10%
Concordo parcialmente	8	30%	27	29%	35	29%
Concordo totalmente	15	56%	56	61%	71	60%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

*Tabela 7 – Vantagens da Indústria 4.0: Reduzir Lead Time*

Vantagens da Indústria 4.0: Reduzir Lead time	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	0	0%	0	0%	0	0%
Discordo parcialmente	0	0%	2	2%	2	2%
Indiferente	7	26%	7	8%	14	12%
Concordo parcialmente	4	15%	26	28%	30	25%
Concordo totalmente	16	59%	57	62%	73	61%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

O resultado é bastante expressivo considerando a amostragem como um todo, 89% para redução de custos e 86% para a redução de lead time, ambos em caráter de concordância. Desta forma é possível observar que embora o resultado frente ao domínio dos conteúdos relacionados à Indústria 4.0 não tenham sido tão expressivos, os benefícios causados por tais conteúdos são amplamente conhecidos e entendidos.

Com tecnologias como a realidade virtual e aumentada, impressão 3D, Big Data entre outras, as oportunidades de desenvolvimentos de novos negócios são enormes. De acordo com o *Realizing 2030* divulgado pelo Instituto do futuro *Dell Technologies* em 2018, 85% das profissões ativas em 2030 ainda não foram inventadas e a percepção desta possibilidade pode

ser observada na Tabela 8, onde 85% dos entrevistados concordam que a Indústria 4.0 ajudará sim o mercado a desenvolver novos modelos de negócio.

*Tabela 8 – Vantagens da Indústria 4.0: Desenvolver novos negócios*

Vantagens da Indústria 4.0: Desenvolver novos negócios	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	0	0%	0	0%	0	0%
Discordo parcialmente	0	0%	3	3%	3	3%
Indiferente	4	15%	11	12%	15	13%
Concordo parcialmente	2	7%	12	13%	14	12%
Concordo totalmente	21	78%	66	72%	87	73%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

Além de que as novas tecnologias permitem a coleta e análise de dados, que vão abranger toda a cadeia de produção, podendo captar até mesmo os hábitos dos clientes (HUNG, 2017). Com esses dados aliados à integração dentro da produção permitirão às indústrias maior flexibilidade para que seja possível se adaptar às demandas do mercado de forma rápida e com baixo custo. Dessa forma, a personalização em massa vai começar a ser uma realidade no mercado. A Tabela 9 demonstra que 73% dos profissionais concordam com o desenvolvimento de um cenário com maior flexibilidade da produção com o a implantação da manufatura avançada. Para os estudantes o resultado é ainda mais expressivo, 91%.

*Tabela 9 – Vantagens da Indústria 4.0: Flexibilidade da produção*

Vantagens da Indústria 4.0: Aumentar a flexibilidade da produção	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	0	0%	0	0%	0	0%
Discordo parcialmente	2	7%	1	1%	3	3%
Indiferente	5	19%	7	8%	12	10%
Concordo parcialmente	2	7%	14	15%	16	13%
Concordo totalmente	18	67%	70	76%	88	74%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

*Fonte: Autor (2019)*

#### 4.1.4 Segurança de atuação no mercado

Este bloco do questionário abordou a concordância em relação a sentir-se preparado para atuar em uma empresa que utilize das tecnologias da Indústria 4.0. Os entrevistados responderam em escala de concordância referente a seguinte afirmação: “Me sinto preparado para trabalhar em uma empresa que utilize”.

A Indústria 4.0 busca, também, a integração e manipulação de dados, a tomada de decisão em tempo real baseado em indicadores e tudo isso, também, está presente em um sistema ERP, demonstrando sua importância para a manufatura avançada. Entre os profissionais observa-se na Tabela 10 um percentual de concordância de 66% para o domínio de ERP's. Porém, quando analisado para os estudantes apenas 27% concorda que seria capaz de trabalhar em uma organização que utilize esta tecnologia. É de se preocupar com este resultado visto que a tendência é que a grande maioria das empresas passem a utilizar ERP's nos próximos anos (HUNG, 2017). Os futuros do mercado devem estar preparados para conquistar seu espaço no mercado de trabalho.

*Tabela 10 – Preparado para trabalhar com ERP*

Preparado para trabalhar em empresa que utilize ERP	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	2	7%	6	7%	8	7%
Discordo parcialmente	4	15%	27	29%	31	26%
Indiferente	3	11%	34	37%	37	31%
Concordo parcialmente	9	33%	12	13%	21	18%
Concordo totalmente	9	33%	13	14%	22	18%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

*Fonte: Autor (2019)*

No que tange o controle de processos a partir de sensores e CLP's o cenário se repete. Dentre os profissionais 56% concordam estar preparados para trabalhar com essa tecnologia, enquanto para os estudantes 18% se mostram confiantes em executar atividades relacionadas a esta temática, conforme exposto na Tabela 11.

*Tabela 11– Preparado para trabalhar com sensores e CLP's*

Preparado para trabalhar em empresa que utilize Sensores e CLPs	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	6	22%	17	18%	23	19%
Discordo parcialmente	4	15%	30	33%	34	29%
Indiferente	2	7%	29	32%	31	26%
Concordo parcialmente	7	26%	8	9%	15	13%
Concordo totalmente	8	30%	8	9%	16	13%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

*Fonte: Autor (2019)*

A simulação introduz a possibilidade de um novo modo de pensar sobre os processos, permitindo virtualizar a realidade, reduzindo custos durante o processo de planejamento (SIEBERS et al., 2007). Observando a Tabela 12 é de chamar atenção apenas 46% dos futuros

profissionais concordarem em dominar a técnica de simulação. E contraponto, 63% dos profissionais responderam concordar com a afirmação proposta.

*Tabela 12 – Preparado para trabalhar com sistemas de simulação*

Preparado para trabalhar em empresa que utilize Simulação para tomada de decisão	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	2	7%	2	2%	4	3%
Discordo parcialmente	6	22%	17	18%	23	19%
Indiferente	2	7%	30	33%	32	27%
Concordo parcialmente	6	22%	28	30%	34	29%
Concordo totalmente	11	41%	15	16%	26	22%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

*Fonte: Autor (2019)*

A junção da realidade virtual e aumentada com a Indústria 4.0 irá transformar o ambiente industrial. Essas tecnologias apresentam hoje um novo ativo para dar suporte ao planejamento e decisão nas organizações (SURUAGY et al, 2018). Porém, devido a ser um tema que começou a ser amplamente discutido recentemente apenas 33% dos profissionais concordam estar preparados para operar estes sistemas. O cenário melhora quando analisadas as respostas dos estudantes, mas ainda sem uma expressividade, 51% concordam em estarem preparados para esta tecnologia, conforme exposto na Tabela 13.

*Tabela 13 – Preparado para trabalhar com realidade virtual e aumentada*

Preparado para trabalhar em empresa que utilize Realidade Virtual/Aumentada para criação	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	6	22%	10	11%	16	13%
Discordo parcialmente	8	30%	15	16%	23	19%
Indiferente	4	15%	20	22%	24	20%
Concordo parcialmente	7	26%	33	36%	40	34%
Concordo totalmente	2	7%	14	15%	16	13%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

*Fonte: Autor (2019)*

#### 4.1.5 Barreiras para implantação da Indústria 4.0

Este bloco do questionário abordou a concordância em relação às possíveis barreiras para a implementação da Indústria 4.0. Os entrevistados responderam em escala de concordância referente a seguinte afirmação: “Enxergo como barreiras para a implantação da indústria 4.0”.

Toda inovação exige investimentos, e com a quarta revolução industrial não seria diferente. Embora uma maioria expressiva tenha concordado que a Indústria 4.0 possibilite uma redução de custos operacionais, a Tabela 14 mostra que 88% concorda que recursos financeiros serão uma barreira para a implantação da manufatura avançada.

Tabela 14 – Barreiras para implantação: Recursos financeiros

Barreiras para implantação da Indústria 4.0: Recursos financeiros	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	0	0%	0	0%	0	0%
Discordo parcialmente	3	11%	2	2%	5	4%
Indiferente	3	11%	6	7%	9	8%
Concordo parcialmente	8	30%	27	29%	35	29%
Concordo totalmente	13	48%	57	62%	70	59%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor (2019)

Quando observado o aspecto de estar preparado para executar atividades relacionadas às tecnologias avaliadas, os estudantes, em sua maioria, não demonstraram concordar com a afirmativa em questão. Fato que se relaciona com o exposto na Tabela 15, onde 93% concorda que mão-de-obra qualificada dificultará a implementação da indústria 4.0. Já para os profissionais, embora tenham concordado anteriormente, concordam também acerca da dificuldade com habilidades técnicas em 86%.

Tabela 15 – Barreiras para implantação: Mão-de-obra qualificada

Barreiras para implantação da Indústria 4.0: Mão-de-obra qualificada	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	2	7%	1	1%	3	3%
Discordo parcialmente	2	7%	0	0%	2	2%
Indiferente	0	0%	6	7%	6	5%
Concordo parcialmente	8	30%	32	35%	40	34%
Concordo totalmente	15	56%	53	58%	68	57%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>119</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor (2019)

Mcafee e Brynjolfsson (2012) argumentaram que liderança, gerenciamento de especialistas, e cultura organizacional são importantes tópicos em momentos de mudança. Isto se dá devido a importância que o engajamento em um momento de mudança traz para o sucesso da execução. Para que o objetivo seja alcançado todos os envolvidos precisam estar cientes de onde se deseja chegar e acreditarem no planejamento. A indústria 4.0 trará inúmeras mudanças para o mercado e, caso a cultura organizacional não seja propensa às mudanças, implicará em dificuldades no processo de implantação. 87% dos respondentes concordam que este será um entrave para a implementação da manufatura avançada.

Tabela 16 – Barreiras para implantação: Cultura organizacional

Barreiras para implantação da Indústria 4.0: Cultura organizacional	Profissional	%	Estudante	%	Total	%
Discordo totalmente	0	0%	1	1%	1	1%
Discordo parcialmente	1	4%	2	2%	3	3%
Indiferente	4	15%	7	8%	11	9%
Concordo parcialmente	8	30%	27	29%	35	29%
Concordo totalmente	14	52%	55	60%	69	58%
Total	27	100%	92	100%	119	100%

Fonte: Autor (2019)

## 4.2. ANÁLISE INFERENCIAL

Para todas as variáveis avaliadas foi realizado o teste de Shapiro-Wilk com auxílio do software *SPSS Statistics*. Como resultado, para todas as variáveis a hipótese de que os dados seguem uma distribuição normal foi rejeitada, sendo então possível continuar as análises com o testes do Qui-quadrado de Pearson.

Nesta seção são apresentados os testes de hipóteses realizados por meio do teste do Qui-quadrado de Pearson. Com isso foi possível estabelecer se algum tema abordado pela pesquisa é influenciado pelo perfil dos respondentes. A partir da aplicação do teste foi avaliado a significância entre cada par de variáveis, identificando, então, qual variável influencia a outra. A análise foi agrupada em 4 partes de acordo com a estrutura do questionário, da seguinte forma:

- Parte 1 – Perfil vs Domínio dos conceitos;
- Parte 2 – Perfil vs Benefícios da Indústria 4.0;
- Parte 3 – Perfil vs Segurança de atuação no mercado;
- Parte 4 – Perfil vs Barreiras de implantação da Indústria 4.0

### 4.2.1 Perfil vs Domínio dos conceitos

Esta seção analisou se o fato do respondente ser profissional ou estudante afeta na sua concordância em relação ao domínio de alguns conceitos inerentes à Indústria 4.0.

O primeiro conceito é exatamente sobre a Indústria 4.0. A Tabela 17 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam concordar que o ambiente que estão inseridos, seja universidade ou local de trabalho, possibilita que este conteúdo seja dominado e aplicado.

Tabela 17 – Perfil vs Domínio do conceito Indústria 4.0

		Indústria 4.0		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	50	42	92
	Profissional	17	10	27
Total		67	52	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 1$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia no domínio do conceito Indústria 4.0;
- $H_1 - 1$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia no domínio do conceito Indústria 4.0.

Utilizando o software *SPSS Statistics* para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,427$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , pode-se dizer que não há evidências significativas para rejeitar  $H_0 - 1$ . Sendo assim, não há evidências suficientes para afirmar que o perfil do respondente influencia o domínio do conceito em questão.

O próximo conceito corresponde à Computação em nuvem. Seguindo o mesmo raciocínio utilizado anteriormente a Tabela 18 apresenta a frequência de respostas para o conceito abordado.

Tabela 18 – Perfil vs Domínio do conceito Computação em nuvem

		Computação em nuvem		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	70	22	92
	Profissional	13	14	27
Total		83	36	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 2$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia no domínio do conceito Computação em nuvem;
- $H_1 - 2$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia no domínio do conceito Computação em nuvem.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,005$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p < \alpha$ , rejeita-se  $H_0 - 2$ . Sendo assim, não se deve rejeitar a hipótese que o perfil do respondente influencia o domínio do conceito em questão.

O conceito seguinte corresponde à Internet das coisas. A Tabela 19 apresenta a frequência de respostas para o conceito abordado.

*Tabela 19 – Perfil vs Domínio do conceito Internet das coisas*

		Internet das coisas		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	52	40	92
	Profissional	13	14	27
Total		65	54	119

*Fonte: Autor (2019)*

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 3$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia no domínio do conceito Internet das coisas;
- $H_1 - 3$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia no domínio do conceito Internet das coisas.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,442$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , rejeita-se  $H_1 - 3$ . Sendo assim, se deve rejeitar hipótese que o perfil do respondente influencia o domínio do conceito em questão.

Finalizando este bloco, o próximo conceito corresponde à Big Data. A Tabela 20 apresenta a frequência de respostas para o conceito abordado.

*Tabela 20 – Perfil vs Domínio do conceito Big Data*

		Big Data		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	48	44	92
	Profissional	12	15	27
Total		60	59	119

*Fonte: Autor (2019)*

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 4$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia no domínio do conceito Big Data;
- $H_1 - 4$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia no domínio do conceito Big Data.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,480$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , rejeita-se  $H_1 - 4$ . Sendo assim, se deve rejeitar hipótese que o perfil do respondente influencia o domínio do conceito em questão.

#### 4.2.2 Perfil vs Benefícios da Indústria 4.0

Esta seção analisou mais uma vez se o fato do respondente ser profissional ou estudante afeta na sua concordância, dessa vez, em relação aos benefícios inerentes à Indústria 4.0.

O primeiro benefício é a redução de custos operacionais. A Tabela 21 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

*Tabela 21 – Perfil vs Benefício: Reduzir custos operacionais*

		Reduzir custos operacionais		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	9	83	92
	Profissional	4	23	27
Total		13	106	119

*Fonte: Autor (2019)*

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 5$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa na redução de custos operacionais;
- $H_1 - 5$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa na redução de custos operacionais.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,461$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , pode-se dizer que não há evidências significativas para rejeitar  $H_0 - 5$ . Sendo assim, deve-se rejeitar a hipótese que o perfil do respondente influencia a percepção do benefício em questão.

Dando continuidade o próximo benefício avaliado foi o desenvolvimento de novos negócios. A tabela 22 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

*Tabela 22 – Perfil vs Benefício: Desenvolver novos negócios*

		Desenvolver novos negócios		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	14	78	92
	Profissional	4	23	27
Total		18	101	119

*Fonte: Autor (2019)*

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 6$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa no desenvolvimento de novos negócios;
- $H_1 - 6$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa no desenvolvimento de novos negócios.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,959$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , deve-se rejeitar a hipótese que o perfil do respondente influencia a percepção do benefício em questão.

O próximo benefício diz respeito a redução de *lead time* nos mais variados elos da cadeia produtiva. A tabela 23 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 23 – Perfil vs Benefício: Reduzir lead time

		Reduzir lead time		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	9	83	92
	Profissional	7	20	27
Total		16	103	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 7$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa na redução de lead times durante o processo produtivo;
- $H_1 - 7$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa na redução de lead times durante o processo produtivo.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,031$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p < \alpha$ , deve-se rejeitar a  $H_0 - 7$ , havendo significância para a hipótese que o perfil dos entrevistados interfere na percepção deste benefício.

O último benefício avaliado neste bloco diz respeito a redução de *lead time* nos mais variados elos da cadeia produtiva. A Tabela 23 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 24 – Perfil vs Benefício: Flexibilidade da produção

		Flexibilidade da produção		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	8	84	92
	Profissional	7	20	27
Total		15	104	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 8$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa na flexibilidade de seus processos;
- $H_1 - 8$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na concordância da Indústria 4.0 beneficiar uma empresa na flexibilidade de seus processos.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,018$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p < \alpha$ , deve-se rejeitar a  $H_0 - 8$ , pois é estatisticamente significativo considerar a hipótese que o perfil dos entrevistados interfere na percepção deste benefício.

#### 4.2.3 Perfil vs Segurança de atuação no mercado

Esta seção analisou novamente o fato do respondente ser profissional ou estudante afetar ou não na sua concordância, dessa vez, em relação à sua segurança de atuação no mercado em organizações que utilizem tecnologias presentes na manufatura avançada. Neste bloco os respondentes se posicionaram frente a seguinte afirmativa para as alternativas apresentadas: “Sinto-me preparado para atuar em uma empresa que utilize”

O primeiro cenário avaliado é a atuação em empresas que utilizem sistemas ERP. A Tabela 25 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 25 – Perfil vs Segurança de atuação no mercado: Sistemas ERP

		Utilização de ERP		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	67	25	92
	Profissional	9	18	27
Total		76	43	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 9$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize sistemas ERP;
- $H_1 - 9$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize sistemas ERP.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,0002$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p < \alpha$ , pode-se dizer que é estatisticamente significativo considerar a influência do entrevistado ser profissional ou estudante para definir sua segurança de atuação no mercado em empresas que utilizem sistemas ERP. Sendo assim, deve-se rejeitar  $H_0 - 9$ .

O próximo cenário avaliado é a atuação em empresas que controlem seus processos por meio de sensores, CLP's, etc. A tabela 26 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 26 – Perfil vs Segurança de atuação no mercado: Sensores, CLP's

		Utilização de Sensores e CLP's		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	76	16	92
	Profissional	12	15	27
Total		88	31	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 10$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize sensores e CLP's no monitoramento de seus processos;
- $H_1 - 10$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize sensores e CLP's no monitoramento de seus processos.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,0001$ . Como o valor  $p < \alpha$  para um nível de significância de 5%, deve-se rejeitar  $H_0 - 9$ . É estatisticamente significativo considerar a influência do entrevistado ser profissional ou estudante para definir sua segurança de atuação no mercado em empresas que utilizem sistemas sensores e CLP's em seus processos.

O cenário seguinte diz respeito a atuação em empresas que utilizem processos de simulação para tomadas de decisão. A Tabela 27 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 27 – Perfil vs Segurança de atuação no mercado: Simulação de processos

		Simulação de processos		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	49	43	92
	Profissional	10	17	27
Total		59	60	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 11$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize processos de simulação para tomadas de decisão;
- $H_1 - 11$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize processos de simulação para tomadas de decisão.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,138$ . Como o valor  $p > \alpha$  para um nível de significância de 5%, deve-se rejeitar  $H_1 - 9$ . Pois não há evidências suficientes de que o perfil do entrevistado interfira na sua segurança de atuação para o cenário em contexto.

O último cenário avalia a segurança de atuação em empresas que utilizem realidade aumentada ou virtual na execução de seus processos. A Tabela 28 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 28 – Perfil vs Segurança de atuação no mercado: Realidade virtual e aumentada

		Realidade virtual e aumentada		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	49	43	92
	Profissional	19	8	27
Total		68	51	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 12$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize realidade aumentada e/ou virtual em seus processos;
- $H_1 - 12$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na segurança em atuar em uma organização que utilize realidade aumentada e/ou virtual em seus processos.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,114$ . Como o valor  $p > \alpha$  para um nível de significância de 5%, observa-se que não há evidências suficientes de que o perfil do

entrevistado interfira na sua segurança de atuação para o cenário em contexto. Deve-se então rejeitar  $H_1 - 12$ .

#### 4.2.4 Perfil vs Barreiras para a implantação da Indústria 4.0

A última seção analisou fato do respondente ser profissional ou estudante influenciar a sua percepção acerca de algumas possíveis barreiras para a implantação da Indústria 4.0.

A primeira barreira avaliada representa a restrição de recursos financeiros. A Tabela 29 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 29 – Perfil vs Entraves: Recursos financeiros

		Entraves: Recursos financeiros		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	8	84	92
	Profissional	6	21	27
Total		14	105	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 13$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na percepção de restrição a recursos financeiros ser uma barreira para implantação da Indústria 4.0;
- $H_1 - 13$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na percepção de restrição a recursos financeiros ser uma barreira para implantação da Indústria 4.0.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,055$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , pode-se dizer que não é estatisticamente significativo considerar a influência do entrevistado ser profissional ou estudante para percepção de restrição a recursos financeiros ser uma barreira para implantação da Indústria 4.0. Sendo assim, deve-se rejeitar  $H_1 - 13$ .

A barreira seguinte representa a restrição de recursos financeiros. A Tabela 30 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

Tabela 30 – Perfil vs Entraves: Mão-de-obra qualificada

		Entraves: Mão-de-obra qualificada		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	7	85	92
	Profissional	4	23	27
Total		11	108	119

Fonte: Autor (2019)

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 14$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na percepção de mão-de-obra qualificada ser uma barreira para implantação da Indústria 4.0;
- $H_1 - 14$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na percepção de mão-de-obra qualificada ser uma barreira para implantação da Indústria 4.0.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,256$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , deve-se rejeitar  $H_1 - 14$ . Pois não há argumentos suficientes para considerar a influência do entrevistado ser profissional ou estudante para percepção da barreira em questão.

O último entrave representa a cultura organizacional. A Tabela 31 apresenta a frequência com que os entrevistados responderam a afirmativa em questão.

*Tabela 31 – Perfil vs Entraves: Cultura organizacional*

		Entraves: Cultura organizacional		Total
		Não concordo	Concordo	
Perfil	Estudante	7	85	92
	Profissional	4	23	27
Total		11	108	119

*Fonte: Autor (2019)*

Tem-se então duas hipóteses formuladas:

- $H_0 - 15$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante não influencia na percepção da cultura organizacional ser uma barreira para implantação da Indústria 4.0;
- $H_1 - 15$ : O fato do respondente ser profissional ou estudante influencia na percepção da cultura organizacional ser uma barreira para implantação da Indústria 4.0.

Para este par de variáveis, foi obtido o valor  $p = 0,292$ . A partir do nível de significância considerado de 5%, como valor  $p > \alpha$ , não há argumentos suficientes para considerar a influência do entrevistado ser profissional ou estudante para percepção da barreira em questão. Sendo assim,  $H_1 - 15$  deve ser rejeitada.

### 4.3 Síntese conclusiva

Para explicar melhor os resultados obtidos, foi elaborada a Tabela 32, representando as hipóteses alternativas ( $H_1$ ) não rejeitadas, bem como o aspecto a que se referem.

*Tabela 32 – Hipóteses alternativas não rejeitadas*

<b>Aspecto avaliado</b>	<b>Hipóteses alternativas(<math>H_1</math>) não rejeitadas</b>
Domínio dos conceitos	$H_1 - 2$
Benefícios da Indústria 4.0	$H_1 - 7$ ; $H_1 - 8$
Segurança de atuação no mercado	$H_1 - 9$ ; $H_1 - 10$

*Fonte: Autor (2019)*

A hipótese  $H_1 - 2$  está relacionada ao conhecimento em Computação em nuvem por parte do respondente. Esta temática tem origem em laboratórios de tecnologias e está em crescimento no mercado, porém é possível que nas universidades o tema não esteja sendo disseminado na mesma velocidade. Está previsto para 2020 a primeira turma de graduação em Computação em nuvem do Brasil, conforme divulgado pela Universidade Federal do Ceará. O resultado da pesquisa decorreu de encontro a esse cenário, onde o conceito mostra-se mais familiar entre os profissionais do que entre os estudantes, onde apenas 24% respondeu concordar no conhecimento e domínio desta tecnologia.

As hipóteses  $H_1 - 7$  e  $H_1 - 8$  estão relacionadas à percepção aumento na flexibilidade da produção e redução de lead times como consequência da indústria 4.0. Em ambas o resultado para a concordância dos estudantes demonstrou resultados bem expressivos, 90% na redução de lead times e 91% no aumento de flexibilidade.

Isto pode ser um indicativo que as temáticas abordadas pelas hipóteses  $H_1 - 7$  e  $H_1 - 8$  vem sendo discutidas nas universidades correspondentes aos entrevistados. Exatamente o contrário ocorre com as hipóteses  $H_1 - 9$  e  $H_1 - 10$ , que correspondem à segurança de atuação em empresas que utilizem ERP's e monitores seus processos por sensores e CLP's. Pode-se observar bem o contraste entre os perfis nestas duas hipóteses. Apenas 27% dos estudantes sentem-se seguros para atuar em empresas que utilizam ERP's, contra 67% dos profissionais. Para sensores e CLP's o contraste é ainda maior, apenas 17% dos estudantes contra 56% dos profissionais sentem-se seguros. Isto fornece indícios que tais conteúdos não sejam vivenciados nas universidades, possibilitando que o conhecimento seja adquirido após a graduação em fontes auxiliares.

## **5 CONCLUSÕES**

A Indústria 4.0, bem como suas tecnologias e ferramentas, possibilitam o surgimento de novidades que influenciam o modo de se executar processos em todos os segmentos. Sendo assim, avaliar e entender como essas influências impactam a realidade atual e vão continuar impactando a realidade é de suma importância. E além disso, entender como os profissionais e futuros profissionais estão reagindo às mudanças e se preparando para a quarta revolução industrial. Por isso, o presente trabalho buscou avaliar a percepção dos profissionais e estudantes acerca das mudanças inerentes à Indústria 4.0 bem como vantagens e desafios enfrentados pela sua implantação.

Ao analisar as inovações e tecnologias propostas pela Indústria 4.0 na literatura foi possível agrupar em blocos para propor uma abordagem específica para cada uma. Inicialmente foi avaliado se os respondentes possuem conhecimento sobre os conceitos da Indústria 4.0. Pôde-se concluir que o conhecimento está sendo disseminado de uma melhor forma no mercado de trabalho, visto que, para os estudantes, em todos os pontos avaliados neste bloco uma fração inferior a 50% concordou dominar os conteúdos parcialmente ou totalmente.

Por outro lado, analisando tanto a percepção frente às vantagens proporcionadas pela Indústria 4.0, quanto as barreiras para a sua implementação pôde-se perceber que embora o conhecimento específico sobre algum conteúdo não seja o suficiente para dominar a atividade, ainda assim é possível enxergar seus benefícios. Em todos os pontos apontados pela pesquisa como benefícios inerentes a Indústria 4.0, os respondentes concordaram expressivamente com as afirmativas propostas. Isto é importantíssimo para uma revolução como esta, visto que serve de argumento para inibir a resistência às mudanças.

Ao analisar a segurança em atuar em empresas que utilizem tecnologias da manufatura avançada o cenário é um pouco semelhante, visto que o percentual de concordância por parte dos estudantes não apresentou um resultado expressivo para concordância. Porém, desta vez em alguns pontos os profissionais também não apresentaram um alto percentual de concordância, ratificando que algumas tecnologias ainda não fazem parte do cotidiano das organizações.

Ao consolidar estas conclusões, é possível identificar um plausível ponto de oportunidade para as universidades. Ao ampliar o acesso deste tipo de conteúdo aos estudantes universitários, o processo de adaptação à manufatura avançada seria mais eficiente, haja vista que serão os futuros profissionais no mercado de trabalho em breve.

Porém, vale destacar como limitação desta pesquisa o número de respondentes. Embora o tamanho da amostra tenha atendido a restrição do teste Qui-quadrado da independência, que exige uma amostra com mais de 20 elementos, a proporção entre profissionais e estudantes pode ter influenciado nas inferências. Além disso, o fato de ser necessária uma simplificação para a utilização do teste do Qui-quadrado implica na perda de informações devido ao reagrupamento das respostas.

Avaliando as limitações citadas, bem como as conclusões anteriores entende-se como sugestão para trabalhos futuros:

- Aumentar o tamanho da amostra, garantindo também um maior número de profissionais;
- Aprofundar a análise dos conceitos da Indústria 4.0 nas universidades;

## REFERÊNCIAS

APPEL, S.; KLEBER, P.; FRISCHBIER, S.; FREUDENREICH, T.; BUCHMANN, A. Modeling and execution of event stream processing in business processes. **Information Systems**, v. 46, 2014. p. 140–156.

ASHTON, K. That “Internet of Things” Thing. **RFID Journal**, 22 jun. 2009.

BARBETTA, P. A.; REIS, M. M.; BORNIA, A. C. **Estatística para cursos de Engenharia de Informática**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BEUREN; I. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2012. 3. ed.

BUHR, Daniel. Social innovation policy for Industry 4.0. Friedrich-Ebert-Stiftung, **Division for social and Economic Policies**, 2017.

Disponível em: < <http://library.fes.de/pdffiles/wiso/11479.pdf> > Acesso em 13/09/2019.

CAMARGO, Marcelo; MENDONÇA, Samara. **Mapping of the research institutions that develop the theme Industry 4.0 in Brazil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração.) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2017.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. (2016). **Pesquisa inédita da CNI mostra cenário da indústria 4.0 no Brasil**. Agência de Notícias CNI. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/pesquisa-inedita-da-cni-mostra-cenario-da-industria-40-no-brasil/>> acesso em 31/08/2019.

COELHO, P. N. M. **Rumo à Indústria 4.0**. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e gestão Industrial pela Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 1-65. 2016.

CONTRERAS, J. D.; GARCIA, J. I.; PASTRANA, J.D. Developing of Industry 4.0 Applications, **International Journal of Online Engineering** – v. 13, n. 10, 2017.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e Estatística**. 2. ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.

Disponível em: <[http://estpoli.pbworks.com/f/livro\\_probabilidade\\_estatistica\\_2a\\_ed.pdf](http://estpoli.pbworks.com/f/livro_probabilidade_estatistica_2a_ed.pdf)>  
Acesso em: 25/11/2019

DAVENPORT, T. H.; KUDYBA, S. Designing and Developing Analytics-Based Data Products. **Mit Mitsloan Management Review**, Massachusets, v. Special Collection, p. 6-11, Julho 2017.

DOMBROWSKI, U.; RICHTER, T.; KRENKEL, P. Interdependencies of industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis. **Procedia Manufacturing**, v. 11, 2017. p. 1061-1068.

DURKEE, D. **Why cloud computing will never be free**. Communications of the ACM [S.I.], v. 53, n. 5, p. 62-69, 2010.

FIELD, A. **Descobrimdo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.

GALBRAITH, J. R., Organizational Design Challenges Resulting from Big. **Journal of Organization Design**, Vol. 3, No. 1 (2014), pp. 2-13.

GILLIAND, G.; WENZY, H. Transformation the business model for IT services. **Boston Consulting Group**. Boston, p. 1-4. 2012.

HECKLAU, Fabian et al. Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.

HUNG, M. **Leading the Iot**. Gartner Research.2017  
Disponível em: <[https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook\\_digital.pdf](https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf)>  
Acesso em: 20/11/2019

INSTITUTO DO FUTURO. **Realizing 2030**. Dell Technologies. 2018. Disponível em: <<https://www.delltechnologies.com/en-us/perspectives/future-of->

work.htm#overlay=/content/dam/digitalassets/active/en/unauth/industry-reports/solutions/realizing\_2030\_future\_of\_work\_report\_dell\_technologies.pdf>

Acesso em: 15/11/2019

KATZAN JR, H. On an ontological view of cloud computing. **Journal of Service Science**[S.I.], v. 3, n. 1, p. 1-6, 2010.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A Perspective on Industry 4.0: From Challenges to Opportunities in Production Systems. IoTBD 2016 - **International Conference on Internet of Things and Big Data**, 2016.

HOLWEG, M. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, Vol. 25, No. 2, p. 420-437, 2007.

LI, Jingran, Tao, Fei, Cheng, Ying, & Zhao, Lianglin. Big Data in product lifecycle management. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 81, p. 1-4, p. 667-684, 2015.

MASELENO, A.; TANG, A.Y.C.; MAHMOUD, M.A.; OTHMAN, M.; SHANKAR, K. Big Data and ELearning in Education 4.0. **International Journal Of Computer Science and Network Security**. 2018.

MCAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. Big Data - The management revolution. **Harvard Business Review**, v. 90, No. 10, p. 61-67, 2012.

MIORANDI, D.; SICARI, S.; PELLEGRINI, F; CHLAMTAC, I. Internet of Things: vision, applications and research challenges, **Ad Hoc Networks**, Vol. 10 n. 7, 2012. pp. 1497-1516.

OCDE. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. **OCED Publishing**. Paris, p. 1-442. 2017

OLIVEIRA, V.F.; BARBOSA, C.S; CHRISPIM, E.M. Cursos de Engenharia de Produção no Brasil: Crescimento e Projeções. In: **XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO**. Porto Alegre (RS). 2005

RÜBMANN, M. et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**. Boston, p. 20. 2015.

SHIN, D. **A realization of pervasive computing: Ubiquitous city**. In: Technology Management for Global Economic Growth (PICMET), Proceedings of PICMET'10: IEEE, 2010. p. 1-10.

SHUBHANGINI R.; SURYA P. Identifying Industry 4.0 IoT enablers by integrated PCA-ISM-DEMATEL approach, **Management Decision** v. 57 n. 8, 2019. pp. 1784-1817

SIEBERS, P. O. et al. A Multi-Agent Simulation of Retail Management Practices. Proceedings. **Summer Computer Simulation Conference**. San Diego, USA. 2007. p. 959-966.

SURUAGY, L. M.; DA LUZ, H.L.S; SAYLER,A. Realidade Virtual ou Aumentada na Indústria 4.0. **Revista Universo**.Vol 5. 2018

TAN, L.; WANG, N. Future internet: the Internet of Things, **3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)**, pp. V5-376-V5-380. 2010

VAQUERO, L. M.; MERINO-RODERO, L.; CACERES, J.; LINDNER, M. A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39(1): 50-55, janeiro 2009.

XU, L.; XU, E.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends, **International Journal of Production Research**, v. 56 n. 8. 2018. pp. 2941-2962.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**QUESTIONÁRIO: AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS E ESTUDANTES ACERCA DA INDÚSTRIA 4.0.**

**BLOCO I – DADOS DO ENTREVISTADO**

1 – QUAL O CURSO DE SUA FORMAÇÃO?

\_\_\_\_\_

2 – QUAL A SUA IDADE?

\_\_\_\_\_

3 – QUAL O ANO/PREVISÃO DE SUA FORMAÇÃO?

\_\_\_\_\_

4 – QUAL A SUA INSTITUIÇÃO DE ENSINO/EMPRESA DE ATUAÇÃO?

\_\_\_\_\_

5 – QUAL A SUA CIDADE DE ATUAÇÃO?

\_\_\_\_\_

6 – COMO VOCÊ SE CLASSIFICA NO ÂMBITO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO?

ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO

PROFISSIONAL

**BLOCO II – CONHECIMENTO**

Você já ouviu falar na indústria 4.0 ou na quarta revolução industrial ou manufatura avançada?

SIM

NÃO

A empresa/universidade que eu estou inserido possibilita que eu conheça, domine e aplique os conceitos (avale de 1 - discordo totalmente a 5 - concordo totalmente):

INDÚSTRIA 4.0

1  2  3  4  5

CLOUD COMPUTING

1  2  3  4  5

INTERNET DAS COISAS

1  2  3  4  5

BIG DATA  1  2  3  4  5

### **BLOCO III - VANTAGENS**

Concordo que a indústria 4.0 pode auxiliar uma empresa à (avale de 1 - discordo totalmente a 5 - concordo totalmente):

REDUZIR CUSTOS OPERACIONAIS  1  2  3  4  5

DESENVOLVER NOVOS NEGÓCIOS  1  2  3  4  5

REDUZIR O TEMPO DE RECEBIMENTO DE MATERIAIS  1  2  3  4  5

REDUZIR O TEMPO DE ENTREGA DE MATERIAIS E PRODUTOS  1  2  3  4  5

AUMENTAR A FLEXIBILIDADE DE PRODUÇÃO  1  2  3  4  5

### **BLOCO III - AUTOAVALIAÇÃO**

Sinto-me preparado para atuar em uma empresa que utilize (avale de 1 - discordo totalmente a 5 - concordo totalmente):

SISTEMA DE GESTÃO EMPRESARIAL  1  2  3  4  5

SIMULAÇÃO DE PROCESSOS PARA  1  2  3  4  5

TOMADA DE DECISÕES  1  2  3  4  5

IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE NÃO-CONFORMIDADES POR SENSORES E CLP'S  1  2  3  4  5

REALIDADE AUMENTADA PARA APOIO À EXECUÇÃO DE PROCESSOS  1  2  3  4  5

### **BLOCO IV - BARREIRAS**

Enxergo como barreiras para a implantação da indústria 4.0 (avale de 1 - discordo totalmente a 5 - concordo totalmente):

RECURSOS FINANCEIROS  1  2  3  4  5

CONHECIMENTO TÉCNICO/MÃO DE OBRA QUALIFICADA  1  2  3  4  5

CULTURA ORGANIZACIONAL  1  2  3  4  5