

Impactos da Indústria 4.0: o Olhar dos Estudantes dos Cursos de Graduação da Universidade de Caxias do Sul

**Calebe Silva Rosa, Maria Emilia Camargo, Uiliam Hahn Biegelmeier,
Marco Aurélio Bertolazzi**

RESUMO

A sociedade como um todo, desde o indivíduo até o coletivo como as empresas, tem sofrido uma ruptura nos padrões a partir da Indústria 4.0, conhecida como a Quarta Revolução Industrial. Através dela, tem-se aprimorado a tecnologia e desenvolvido a cada dia uma nova ferramenta, seja para uso pessoal ou profissional. Sendo assim, o assunto torna-se relevante, pois esta pesquisa dá-se no exato momento em que a transformação ocorre. Este trabalho tem como objetivo identificar a percepção dos estudantes dos cursos de graduação da Universidade de Caxias do Sul que trabalham nas empresas da Região da cidade de Caxias do Sul a respeito dos impactos da Indústria 4.0. Para o alcance deste objetivo, foi realizada uma pesquisa quantitativa-descritiva, operacionalizada por meio de uma *survey*, cujos dados foram analisados através da estatística descritiva. Através das análises realizadas é possível concluir que a percepção dos alunos dos cursos de graduação da Universidade de Caxias do Sul é que a grande maioria dos profissionais das empresas da cidade de Caxias do Sul ainda não estão familiarizados com as tecnologias da Quarta Revolução Industrial. Isto leva também à conclusão de que, uma vez não familiarizados, não há conhecimento técnico, ou seja, mão de obra qualificada suficiente para a sua aplicação na indústria caxiense.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Percepção. Tecnologia da informação. Inovação.

1 INTRODUÇÃO

A transformação digital e as novas tecnologias advindas dessa transformação são um campo recente e aberto a diversas possibilidades de aplicações dentro das empresas e seus processos. A aplicação pode gerar ganhos de produtividade com o uso de softwares automatizados, chamados de “robôs”. Neles, os processos repetitivos são aplicados para que este simule a atividade humana e a utilização racional do componente humano possa ser direcionados em decisões reais, onde as tecnologias não podem tomar parte, pois somente o ser humano possui um intelecto e sentimento capaz para tais (BAHIENSE, 2018).

Com o avanço tecnológico e o aumento do saber em diversas áreas do conhecimento desde a Revolução Industrial, é possível afirmar que a atualidade pode ser considerada a Quarta Revolução, ou como também é conhecida, Revolução 4.0. Devido a esses avanços, principalmente na área de Tecnologia da Informação (TI), tem-se falado constantemente das inovações advindas dessa revolução como: Inteligência Artificial (AI), Robotic Process Automation (RPA), Machine Learning, Digitalização, Sistemas Cyber Físicos (CPS), Internet Of Things (IoT), Big Data, Data Analytics, Cloud Computing, Manufatura Aditiva, dentre outras; tem causado uma disruptura na história, o que está influenciando diretamente o futuro do planeta em diversos aspectos, principalmente sociais e econômicos. Sendo assim, é necessário entender o panorama atual como empresas atuantes e interessadas, mão de obra qualificada e especializada e a adequação das indústrias em relação a essas inovações.

Assim, o objetivo deste artigo é identificar a percepção dos estudantes dos cursos de graduação da Universidade de Caxias do Sul que trabalham nas empresas da Região da cidade de Caxias do Sul a respeito dos impactos da Indústria 4.0.

Este artigo está estruturado em 5 seções, além da introdução, o referencial teórico. Depois, apresenta-se a metodologia utilizada, na seção 4 apresentação e análise dos resultados e na seção 5 as considerações finais, e por último, as referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A PRIMEIRA REVOLUÇÃO

De acordo com Schwab (2016, p. 11), revolução transmite uma mudança abrupta e radical. O autor ainda salienta que a revolução está associada às mudanças tecnológicas que alteram profundamente as estruturas sociais e econômicas. O termo Revolução Industrial indica o período de descobertas tecnológicas e científicas que ocorrem na história humana de tempos em tempos.

Anterior à revolução, o processo de fabricação e manufatura eram feitos por artesãos e de modo manual. “O artesão, dominava todas as etapas produtivas, desde a escolha do material, até a venda do produto final, muitas vezes trabalhando sozinho” (LOBO, 2017, p. 203). Tudo era produzido para a própria subsistência, e o que era produzido a mais, era vendido para satisfazer as demais necessidades. Não havia um padrão para cultivo e manufatura, sendo o processo desenvolvido dentro das fazendas dos próprios senhores.

Lacombe (2009, p. 97) afirma que, em grande parte, as atividades industriais e agrícolas eram rudimentares, exigindo muita mão de obra, ou seja, praticamente tudo era feito artesanalmente. “A produção artesanal caracteriza-se pela utilização de trabalhadores altamente qualificados e de ferramentas simples e flexíveis para produzir exatamente o que o consumidor deseja: um item de cada vez”. A primeira grande revolução industrial, de acordo com Hobsbawm (2005, p. 50), tem início por volta de 1760, onde “pela primeira vez na história da humanidade, foram rompidos os grilhões do poder produtivo das sociedades humanas, que a partir daí se tornaram capazes da multiplicação rápida, constante, e ilimitada, de homens, mercadorias, e serviços. Essas descobertas foram possíveis através da utilização de três itens principais, o carvão, o ferro e o vapor. A invenção da máquina de fiação, o tear mecânico e o motor a vapor mudaram o mundo.

A produtividade aumentou devido às máquinas com várias operações simultâneas. No entanto, somente no início do século XX, produtividade ganha o significado que hoje é conhecido, ou seja, é o quociente /relação entre o que foi produzido (outputs) e os recursos empregados para produzir (inputs). Tomando como base o pensamento mais moderno sobre produtividade, pode-se concluir que, com o exemplo do descaroçador de algodão, a produtividade sofre uma disruptura. O que antes era padrão de produtividade, cinco libras/homem, agora passa a ser 1000 libras/máquina.

Martins e Laugeni (2015, p. 1) também evidenciam que o que antes era um trabalho manual, realizado dentro de pequenas oficinas, passou a dar lugar às fábricas e usinas com o trabalho sendo dividido em processos.

2.2 A SEGUNDA REVOLUÇÃO

Segundo Schwab (2016, p. 11), a segunda Revolução Industrial se inicia por volta dos anos 1860 a 1880, e vai até meados do século XX. Esse período tem como principais descobertas a eletricidade e a substituição do ferro pelo aço, possibilitando o advento das linhas de montagens e, conseqüentemente, da produção em massa.

Lacombe (2009, p. 99) indica também outras descobertas tecnológicas do período,

como o telefone, o telégrafo sem fio e a invenção do automóvel, sendo esse último o resultado da descoberta da eletricidade e a utilização das linhas de montagem. A produção calma deu lugar ao regime de produção com o auxílio das máquinas. Esse formato de produção, possibilitou transferir a habilidade do trabalho manual para a máquina. Em consequência dessa transformação, passou-se a produzir com maior velocidade, maior quantidade e melhor qualidade. Devido ao rápido crescimento das empresas, vários problemas em relação à produção e produtividade começaram a surgir, dentre eles, baixo rendimento dos recursos utilizados, desperdícios nos processos como um todo, insatisfação entre os operários, concorrência e muitas perdas por decisões mal formuladas.

Esses dois fatores foram os impulsionadores para duas abordagens dentro da administração: A Escola da Administração Científica, iniciado pelo engenheiro Frederick Winslow Taylor (1856-1915), com sua principal preocupação na divisão do trabalho, especialização das pessoas e a obtenção de ganhos na produtividade (LACOMBE, 2009, p. 101 e 102). A segunda abordagem foi desenvolvida por Henri Fayol (1841-1925) e tem como foco a lógica de que a organização deve possuir para ser eficiente, dando origem à Teoria Clássica da Administração (CHIAVENATO, 2011, p. 77).

2.3 A TERCEIRA DA REVOLUÇÃO

Schwab (2016, p. 11) afirma que a terceira revolução industrial começou por volta dos anos 1960, também podendo ser chamada de Revolução Digital, pois a partir desse período foram inventados os semicondutores, da computação em mainframe, em 1960, da computação pessoal, entre 1970 e 1980, e da Internet na década de 1990. Já para Velloso (1992, p. 182), a terceira revolução é uma expressão convencional para definir um conjunto de três novos componentes tecnológicos: a biotecnologia, a microeletrônica e os novos materiais. Um dos macro efeitos da junção desses três vetores tecnológicos é a fragmentação organizacional. Fava (2016, p. 207 e 208) afirma que a Revolução Digital é a Quarta Revolução da informação na história da humanidade. Assim como na Primeira Revolução Industrial houve a substituição do trabalho manual pelo trabalho assalariado através do uso das máquinas, a Revolução da Informação, também conhecida como Revolução Técnico Científica Informacional ou Revolução Digital, cria “um novo paradigma onde a informação torna-se a matéria prima” e a tecnologia auxilia no processo de transformação.

O ano de 1959 marca o fim da primeira geração de computadores baseados em válvulas. Chiavenato (2014, p. 410), destaca que, somente em 1975, surgem os computadores pessoais, os PC's. Os PC's se popularizaram, proporcionando a sua fabricação e uso em larga escala, tanto para uso corporativo quanto para uso pessoal. Os CPD's, começaram a ser substituídos por redes corporativas de informação.

A Terceira Revolução ainda trouxe a novidade dos robôs. Os robôs começaram a ser introduzidos na indústria. O autor destaca que a primeira geração de robôs surge em 1962, sendo eles eletromecânicos e com movimentos simples. A segunda geração surge em 1972 já com comandos eletrônicos e movimentos mais complexos. Através da Inteligência Artificial (AI), surge a terceira geração, que são os robôs inteligentes. Apesar das manifestações contrárias, os robôs têm sido usados principalmente na área industrial.

Castells (2003, p. 7-13) acrescenta a invenção da Internet por volta de 1969 como uma invenção da Terceira Revolução. O autor compara o uso da Internet na atualidade como o que foi a eletricidade na Primeira Revolução. Sendo o conceito de Internet uma rede interconectada de computadores.

A partir de 1980 a Internet se expandiu, e a partir de 1990 começou a ser

comercializada. Em pouco tempo a Internet deixou de ser apenas uma pesquisa de conexão entre computadores e tornou-se um “sistema global de comunicação” atingindo todos os países do globo. O avanço extraordinariamente rápido da Internet foi devido a dois fatores de avanço tecnológico:

- a) velocidade de comunicação cada vez mais rápida permitindo a transmissão de um grande volume de dados;
- b) comercialização e baixo custo de aquisição de PC’s de alto desempenho.

2.4 A QUARTA REVOLUÇÃO OU INDÚSTRIA 4.0

Schwab (2016, p. 11-13) afirma que considerando às definições dadas às três revoluções, se está no início da Quarta Revolução Industrial. O início desse movimento é a virada do século XX para o XXI, baseando-se principalmente na revolução digital. O termo “Indústria 4.0” foi cunhado em 2011 na Feira de Hannover na Alemanha. A aplicação do termo refere-se à aplicação da cooperação entre sistemas físicos e virtuais, cooperando entre si, tornando possível a criação das chamadas fábricas inteligentes. O autor destaca que as tecnologias digitais, baseadas principalmente em computador, software e redes, não são essencialmente tão recentes, porém, estão causando rupturas à terceira revolução. Sendo assim, a diferenciação da Quarta Revolução para as primeiras três “é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos”.

Brynjolfsson e McAfee (2014, p. 8) argumentam que a primeira revolução é a primeira era da máquina, uma vez que foi dirigida pela inovação tecnológica. Assim, a Quarta Revolução denomina-se a segunda era da máquina, uma vez que as máquinas estão tomando decisões e adquirindo poder mental. Eles acrescentam que as principais tecnologias em que as organizações devem estar atentas são a inteligência da máquina, ou em outros termos, Inteligência Artificial (IA), o grande volume de dados, denominado Big Data, robótica e as redes conectadas (BONNET e BUVAT, 2013, p. 2-5).

Outro ponto importante a ser destacado na Revolução 4.0 é o papel da inovação. De acordo com Bezerra (2011, p. 19 e 20), a tecnologia atualmente é cada vez mais mutável, o que torna quase impossível um indivíduo estar atualizado. O autor afirma que as organizações devem se diferenciar com sucesso para sobreviverem. Schwab (2016, p. 14) acrescenta que “as principais inovações tecnológicas estão à beira de alimentar uma gigantesca mudança histórica em todo o mundo”. Através da digitalização, que por sua vez significa automação, na Indústria 4.0 e suas tecnologias inovadoras, é possível as empresas realizar mais com menos, ou seja, é possível obter um resultado financeiro maior investindo um valor menor.

Na categoria física, podem ser incluídas as seguintes tecnologias: veículos autônomos, impressão em 3D, robótica avançada e novos materiais. Na categoria digital destaca-se principalmente a Internet das Coisas (*Internet Of Things, IoT*), ou por vezes chamada de “Internet de todas as coisas”. Outra tecnologia nessa categoria é a *blockchain*. Por último, na categoria biológica, o sequenciamento genético e a biologia sintética (SCHWAB, 2016, p. 19-25).

2.4.1 As tecnologias da indústria 4.0

2.4.1.1 Inteligência artificial

João (2014, p. 30) afirma que a Inteligência Artificial (IA) “é o campo de estudo que explora como podemos usar computadores, realizar tarefas que requerem características

humanas de inteligência, imaginação e intuição”. Coppin (2017), por outro lado, destaca que “Inteligência Artificial envolve utilizar métodos baseados no comportamento inteligente de humanos e outros animais para solucionar problemas complexos”.

Coppin (2017) ainda acrescenta a informação da existência de dois tipos de IA, a forte e a fraca. A IA Forte é “a crença de que um sistema computacional com suficiente capacidade de processamento e com suficiente capacidade de Inteligência Artificial seria capaz de ter estados mentais do mesmo modo que humanos têm”, já a IA Fraca é a “visão de que comportamento inteligente pode ser modelado e usado por computadores para resolver problemas complexos”.

2.4.1.2 Robótica

Schwab (2016, p. 20) destaca que os robôs estavam mais ligados a tarefas rígidas e controladas da indústria. No entanto, a sua utilização se dará em todos os setores. Devido às rápidas mudanças a colaboração entre humanos e máquinas será uma realidade comum. Outra mudança futura que o autor acrescenta é que os robôs estarão conectados uns aos outros ao invés de necessitar serem programados.

Ainda que, o avanço da robótica industrial seja o mais conhecido, por ser composto de hardware (parte física) e softwares (programas que através de computadores enviam os comandos), que muito se assemelham em suas características como o humano, existem softwares (programas de computador), dentro da robótica onde é possível destacar os softwares de RPA (Robotic Process Automation – Automação de Processos Robóticos), que de acordo com a UiPath (2016), a principal fabricante deste tipo de software e a mais conhecida no mercado RPA “é a tecnologia que permite que qualquer pessoa, hoje, configure o software de computador ou um “robô” para emular e integrar as ações de um ser humano interagindo em sistemas digitais para executar um processo de negócios”. A Automation Anywhere (2018), outra produtora deste tipo de software e a segunda mais conhecida, argumenta que a aplicação destes softwares induz aos seguintes benefícios às indústrias: redução de custos, melhora na qualidade, melhora na produtividade e redução da rotatividade de pessoal.

2.4.1.3 Internet das coisas (IoT *internet of things*)

Para Zencke et. al (2008), a IoT não é uma tecnologia, mas se utiliza das delas e através da Internet é possível alcançar o mundo real dos objetos físicos. Não muito tempo atrás quando se pensava em acessar a Internet, isso era possível somente utilizando um PC. No entanto, a IoT quebra esse padrão e permite o acesso de outras formas. Para Munk (2018, p. VII), a Internet das Coisas (*Internet of Things*), ou simplesmente IoT, é um conceito amplo sugerindo que mais e mais objetos ao nosso redor irão se conectar entre si pela Internet à medida que o custo da conectividade for baixando”.

Schwab (2016, p. 22) argumenta que “uma das principais pontes entre as aplicações físicas e digitais, originadas pela Quarta Revolução Industrial, é IoT. O autor considera que a IoT “pode ser descrita como a relação entre as coisas (produtos, serviços, lugares etc.) e as pessoas que se torna possível por meio de diversas plataformas e tecnologias conectadas”. Carbone (2018) concorda com o autor, destacando que “com volumes gigantescos de dados, em um ambiente cada vez mais conectado e repleto de métricas, a IoT tem conquistado importância com uma velocidade assustadora”.

2.4.1.4 Big data analytics

De acordo com Intel (2014, p. 3), Big Data “refere-se a grandes conjuntos de dados que estão em ordens de magnitudes maiores (volume)”. Esse grande volume de dados é provindo da grande quantidade de dispositivos conectados à rede, ou seja, são dados provindos diretamente da IoT, que vão desde smartphones, sensores de RFID até câmeras de trânsito. A Intel ainda destaca que as empresas estão focando principalmente para a análise desse grande volume de dados, o que não está nos modelos tradicionais de tomada de decisão. Para a Intel (2013, p. 3 e 4), a “análise de Big Data representa um grande desafio para as organizações”. Hekima (2016, p. 14) ressalta “que empresas que utilizam Big Data Analytics possuem 5 vezes mais chances de tomarem decisões mais rápidas dos que seus concorrentes e 2 vezes mais chances de obterem performance superior”.

Assim, de acordo com Oliveira (2019), uma empresa que toma suas decisões baseada em dados, está aplicando a cultura data-driven, ou seja a cultura de tomada de decisões orientada por dados, e essa cultura “existe quando uma empresa organiza seus processos e métricas com base em dados reais, fugindo assim de decisões embasadas em intuição, instinto, exemplos passados, achismos ou heurísticas”.

Provost e Fawcett (2013, p. 51) destacam que a ciência de dados está intrinsecamente entrelaçada com outros conceitos importantes também de importância crescente, como o Big Data e a tomada de decisão baseada em dados. Sendo ainda, de acordo com o autor, a ciência de dados um conjunto de princípios fundamentais que apoiam e orientam a extração baseada em princípios de informações e conhecimentos dos dados.

2.4.1.5 Cloud computing (computação na nuvem)

Taurion (2009, p. 1, 2 e 28) evidencia a evolução da computação ao destacar que nos anos de 1960 a 1970, foi a era da computação centralizada, ou a era de ouro dos mainframes. A partir dos anos 1980 ocorreu o movimento downsizing, onde ocorreu a descentralização, o uso das redes locais e servidores, sendo seu custo muito elevado. O autor, ao tentar definir a Cloud Computing ou Computação em Nuvem, destaca que apesar de se haver muita curiosidade sobre o assunto, há pouco conteúdo relevante e até o momento não existe uma definição clara e precisa do termo, mas que “pode descrever um ambiente de computação baseado em uma imensa rede de servidores”.

Para Velte, Velte e Elsenpeter (2012, p. 3 e 4), Computação em Nuvem é uma metáfora utilizada para a Internet, pois em diagramas, a Internet é representada com o símbolo de uma nuvem como se fosse o “etc” de um texto, com um sentido de dar continuidade ao diagrama. No entanto não é só isso, “a computação em nuvem é uma ideia que utiliza as mais variadas aplicações via Internet, em qualquer lugar e independentemente da plataforma, com a mesma facilidade de tê-las instaladas em nosso computador”, onde as aplicações rodam de um servidor remoto.

Para a Salesforce (2018), a ideia “chamada nuvem surge do fato de que não se sabe exatamente onde os dados estão sendo armazenados ou processados” e um dos principais benefícios é conseguir acessar esses dados pela Internet, de qualquer lugar do mundo, mesmo que estejam armazenados a quilômetros de distância. A empresa ainda destaca que “é possível que várias pessoas, de diversos locais, consigam interagir com aquele conteúdo guardado na nuvem, desde que tenham acesso autorizado e autenticado para tal”.

2.4.2 Impactos e desafios na sociedade e nas organizações

Para Schwab (2016, p. 31), a Quarta Revolução Industrial, a sua escala e amplitude, desdobrar-se-ão em mudanças econômicas, sociais e culturais tão grandes que, de certa forma, torna-se impossível prevêê-las.

A economia sofrerá um impacto enorme, tão vasto e de múltiplas faces que será difícil separar um efeito do outro. Todas as variáveis medidas pelos economistas como o “PIB (Produto Interno Bruto), investimento, consumo, emprego, comércio, inflação” dentre outros, serão afetados. No que tange ao crescimento econômico, a quarta revolução permitirá que muitas pessoas consumam mais e por um preço menor, tornando assim o consumo mais sustentável e responsável (SCHWAB, 2016, p. 32). A Fundação Instituto de Administração (2018), ao destacar os impactos positivos da Quarta Revolução, enfatiza como um dos principais impactos a redução de custo na produção, o que corrobora com a ideia de Schwab (2016, p. 32) de um consumo maior e preço menor. No entanto o autor acrescenta que para as empresas, a revolução trará uma mudança de processos, ao qual o gestor deverá estar preparado e ter uma visão estratégica do negócio.

O autor ainda destaca que “os profissionais precisarão se capacitar e se adaptar a essa nova situação de mercado em que trabalhos manuais e repetitivos estão se tornando raros”. Schwab (2016, p. 39 e 40) acrescenta que o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de precisão, já estão sendo automatizadas e outras categorias de trabalhos estão no mesmo sentido. Para o autor, a Quarta Revolução “parece estar criando menos postos de trabalho nas novas indústrias do que as revoluções anteriores”, porém “o emprego crescerá em relação a ocupações e cargos criativos e cognitivos de altos salários e em relação às ocupações manuais de baixos salários; mas irá diminuir consideravelmente em relação aos trabalhos repetitivos e rotineiros”. Por outro lado, não se pode pensar que a substituição do trabalho do homem pela máquina é um dilema, Schwab argumenta que “a fusão das tecnologias digitais, físicas e biológicas... servirá para aumentar o trabalho e a cognição humana”, dessa forma, os líderes precisam preparar a força de trabalho e desenvolver modelos de formação acadêmica para trabalhar (e em colaboração) com máquinas cada vez mais capazes, conectadas e inteligentes”.

Outra preocupação é a utilização da Inteligência Artificial para fins não colaborativos, mas destrutivos de qualquer modo, como por exemplo golpes, guerras e *Fake News* (notícias falsas espalhadas pela Internet).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Com base no problema de pesquisa e nos objetivos propostos, o método de pesquisa utilizado neste estudo foi de natureza quantitativo-descritiva, com o uso de um levantamento, ou seja, uma pesquisa do tipo survey (HAIR et al, , 2009)

Conforme Gil (1995), uma pesquisa tipo *survey* se caracteriza pela interrogação direta das pessoas, onde o intuito é conhecer o comportamento do entrevistado. Basicamente, procede-se à busca de informações a um determinado grupo de pessoas sobre o problema estudado para, em seguida, com análise quantitativa, chegar-se aos resultados que correspondem aos dados que foram buscados.

3.1 AMOSTRAGEM

Dal-Masso (2012, p. 27) afirma que “o universo da pesquisa descreve o contexto

onde o estudo será realizado, onde os dados serão coletados, onde estarão os participantes do estudo”. Assim sendo, o universo de pesquisa deste trabalho concentrou-se nas empresas ativas de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul – Brasil, que de acordo com o IBGE (2016), abriga cerca de 26.905 empresas ativas.

Conforme Marconi e Lakatos (2003, p. 223), “o conceito de amostra é ser uma porção ou parcela, convenientemente selecionada do universo (população)”. Para tanto, nesta pesquisa utilizou-se o tipo de amostragem não probabilística por conveniência, sendo o seu conceito de acordo com Mattar (1996, p. 132), aquela em que a seleção dos indivíduos da população para compor a amostra pode depender em parte do julgamento do pesquisador ou do entrevistador no campo.

O tamanho da amostra foi determinada pelo critério de Hair Jr. et al . (2009, p. 108), o qual define que a amostra de uma pesquisa não se dá com menos de 50 observações, porém, de preferência, o tamanho da amostra deve ser maior ou igual a 100. No entanto, como regra geral, para cada assertiva do questionário são necessários ao menos cinco respondentes, desta forma como o questionário é formado de 37 assertivas, a amostra deve ser composta entre 100 e 185 para que seja possível uma análise mais assertiva. Participaram da amostra estudantes de vários cursos da Universidade de Caxias do Sul.

3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA E TRATAMENTO DOS DADOS

Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se um questionário, com respostas pré-estabelecidas e outras que permitem ao entrevistado emitir a sua opinião. Estas ferramentas permitiram catalogar, analisar os dados necessários e entender a situação atual das indústrias da região frente à nova onda da industrialização. O material documentado, bem como, as respectivas análises foram organizadas em relatório de pesquisa componente do estudo monográfico que se pretende construir. O questionário foi adaptado de Azevedo (2017, p. 151-165).

Os dados foram tratados através da estatística descritiva, utilizando-se uma planilha eletrônica.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Quanto à faixa etária dos participantes da amostra, constatou-se 43% estão na faixa etária dos 18 a 24 anos e diminuindo gradativamente onde a menor participação é da faixa etária dos 61 a 70 com 1%. Com relação ao sexo dos respondentes, o público masculino obteve participação de 51%, público feminino 48% e 1% preferiu não responder.

As empresas, em que trabalham os respondentes, são majoritariamente de capital controlador de origem nacional, representando 83%. Em segundo lugar as empresas são de capital originário misto entre nacional e estrangeiro com 9%, 3% são originalmente de capital estrangeiro e os 3% restantes não souberam responder a origem do capital da empresa onde trabalham.

Quanto ao tamanho da empresa em número de funcionários, 54% são de pequeno e médio porte onde mantém em seu quadro até 100 funcionários. Em segundo lugar, com 22%, são empresas de grande porte que mantém em seu quadro mais de 1001 trabalhadores.

Com relação ao ramo de atividade constata-se que na cidade de Caxias do Sul, as empresas se dividem majoritariamente em Indústria com 37%, Comércio com 19% e Serviços com 16% e, os outros 28% se dividem em outras 9 categorias de empresas com pouca representatividade no município.

Quanto as empresas que já possuem algum *software* de RPA aplicado em suas operações, 58% não possuem, 28% não sabem dizer e apenas 14% possuem.

Ainda comparando a aplicação de *software* RPA em relação ao ramo de mercado das empresas, o ramo que mais aplica *software* de RPA é a logística. Os ramos que não aplicam são comércio, serviços, educação, imobiliário, tecnologia e transporte consecutivamente. Os que não sabem dizer se a empresa aplica são os ramos de comunicação, saúde e varejo.

Constatou-se também que dos que disseram que a empresa aplica RPA aos processos, apenas 35% souberam informar qual o nome do *software* em operação, e os 65% restante não souberam informar qual o *software*.

Ainda comparando a aplicação de *software* RPA em relação ao ramo de mercado das empresas, observou-se que o ramo que mais aplica *software* de RPA é a logística. Os ramos que não aplicam são comércio, serviços, educação, imobiliário, tecnologia e transporte consecutivamente. Os que não sabem dizer se a empresa aplica são os ramos de comunicação, saúde e varejo.

4.1 GRAU DE ENVOLVIMENTO E CONHECIMENTO SOBRE INDÚSTRIA 4.0

Constatou-se que maioria, ou seja, 58% dos respondentes, não estão familiarizados com as tecnologias que a indústria 4.0 traz consigo, os achados estão de acordo com Schwab (2016, p. 8).

Ainda quanto a familiarização por diferenciação de sexo, percebe-se que os respondentes do sexo masculino estão mais familiarizados com as novas tecnologias em relação às mulheres, onde a diferença é de 13% entre ambos.

Com relação ao envolvimento, 48% dos respondentes não estão envolvidos, 38% está envolvido apenas em uma forma e 23% se envolve ao menos em 2 formas com a nova era industrial. Desses que se envolvem de uma a duas formas, os que se interessam pelo assunto representam 65% e esse interesse resulta em busca por informações a respeito. 21% informa que busca colocar os conceitos em prática na sua vida profissional, e apenas 14% diz que está envolvido em algum tipo de pesquisa científica a respeito deste tema.

Em relação às tecnologias que são mais conhecidas, mesmo que se tenha ao menos ouvido a respeito dela, sem um conhecimento aprofundado sobre, 58% dos respondentes informaram conhecer ao menos três das tecnologias citadas na pesquisa, 23% duas tecnologias, 16% apenas 1 e por fim 4% informaram não ter ouvido falar a respeito de nenhuma das tecnologias citadas.

As tecnologias mais conhecidas são a Inteligência Artificial com 31% e a Computação na Nuvem com 24%, que juntas somam 55%, e a menos conhecida é o CPS com 1%.

No que se refere à complexidade da aplicação dos conceitos na indústria caxiense, 76% dos respondentes afirmam que a complexidade varia de média a alta, no entanto quando solicitado se é importante a aplicação das novas tecnologias em relação aos benefícios competitivos, 97% afirma que a indústria 4.0 é de média a muito alta importância.

Considerando-se a padronização dos processos organizacionais, onde, numa escala de 1 a 7, sendo 1 pouco complexo e 7 muito complexo, os respondentes avaliaram em 94% como sendo de média a muito alta complexidade. 92% acredita que a mudança de um modelo tradicional para um modelo mais inovador é de complexidade média a muito alta. Por fim 85% acredita que é de média a alta a complexidade de encontrar mão de obra qualificada para este novo cenário.

4.2 CONCEITUAÇÃO E ADEQUAÇÃO À INDÚSTRIA 4.0

Em relação a indústria caxiense estar preparada para este novo cenário, 45% das respostas informam que não há um consenso de preparação, e 25% das respostas discordam em partes da afirmativa e 19% concorda em partes. Dessa forma pode-se concluir que as indústrias do município estão em partes preparadas, mas praticamente metade não está.

Quanto a expansão da participação do município no cenário da indústria nacional, 43% concorda em partes que este cenário inovador trará benefícios e também criará oportunidades, e 29% concordam totalmente com esta afirmativa. Sendo assim, conclui-se que as inovações são vistas como benéficas para a cidade.

Quanto aos problemas da aplicação da indústria 4.0, a maioria, 58%, acredita que esses problemas tem um caráter balanceado entre técnico e administrativo. Dessa forma, são problemas de falta de mão de obra qualificada tanto para a aplicação quanto para a continuidade das inovações, bem como a falta de conhecimento dos administradores das empresas, que por sua vez possam aplicar os conceitos em seu ambiente de forma efetiva.

4.3 APLICAÇÃO DO SOFTWARE DE RPA NA EMPRESA

O resultado obtido visa entender se as empresas caxienses aplicariam algum dos *softwares* robô disponíveis no mercado, sendo eles um dos braços da Inteligência Artificial e uma das tecnologias advindas da indústria 4.0 de acordo com Madakam, Holmukhe e Jaiswal (2019, p. 1).

Quanto à aplicação do *software* de RPA, pode-se observar que 54% aplicaria em seus processos, e 37% teriam alguma dúvida se aplicariam e 8% não aplicaria. Estes resultados estão de acordo com Schwab (2016, p. 20) onde destaca que os robôs estavam mais ligados a tarefas rígidas e controladas da indústria.

Ainda sobre o *software*, onde é considerado a hipótese de não haver conhecimento avançado em programação para a sua implementação, 59% dos respondentes afirmam que eles mesmos o configurariam.

Colocando em perspectiva os benefícios oferecidos por esta tecnologia, obteve-se o seguinte resultado:

- a) aumento de produtividade, 84% consideram este benefício de importância alta e muito alta;
- b) o resultado do negócio ser mais aprimorado, 73% considera de importância alta a muito alta esse benefício;
- c) redução nos custos salariais e 93% acredita ser de importância entre média e muito alta;
- d) redução de riscos de erro nos processos, onde 96% considera de importância entre média e muito alta.
- e) a não necessidade de conhecimento de programação de computador é considerada entre média a muito alta por 91%;
- f) otimização dos processos administrativos é considerado entre médio e muito alto por 96%. Conclui-se que a aplicação traz benefícios para a equipe de trabalho e há um potencial de aplicação nas empresas do município.

Considerando os benefícios para o trabalhador individual, obteve-se o seguinte resultado:

- a) satisfação no ambiente de trabalho, uma vez que ele pode ser utilizado para a tomada de decisões e não para tarefas repetitivas, 54% considera de baixa e média importância e 42% consideram entre alta e muito alta.
- b) redução no *turnover*, onde 58% considera de alta a muito alta sua importância a redução deste índice, 34% considera apenas um benefício médio;
- c) redução de custos de contratação, 65% considera um benefício entre média e alta importância.

Com relação à consideração de todos os benefícios como reais e atingíveis, 63% considera aplicar o *software*. 33% não saberia se aplicaria e 5% não percebe a necessidade de aplicação, o que pode ser concluído que eles confiam apenas no potencial humano ou ainda são setores que ainda depende inteiramente da interferência e raciocínio humano para ser desenvolvido.

O programa mais conhecido é o da *Automation Anywhere*, com 21%, seguidos de *Blueprism* e *Workfusion*, ambos com 18%, somando estes três 51% dos respondentes. 16% não conhece nenhum dos *softwares* líderes.

4.4 EXPECTATIVAS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Com relação à percepção dos respondentes quanto às competências do futuro profissional, bem como a percepção quanto ao conteúdo recebido pelos alunos das instituições de ensino e por último a percepção em relação a preparação do profissional para este novo cenário, obteve-se os seguintes resultados:

Referente às competências técnicas do profissional para se adaptar ao novo cenário, 76% respondeu duas competências principais, enquanto 24% acredita que apenas uma competência é necessária. Das competências listadas, a que foi entendida como a principal para o novo administrador é o saber integrar e gerenciar melhor a cadeia e fluxo de valor da empresa com 25%. A segunda competência com 24% é ter a habilidade de integrar o sistema de produção, do mundo real ao mundo virtual. Essas duas características somadas representam 49% das respostas, sendo assim caracterizadas como as principais. Os outros 51% se dividem quase que igualmente entre a digitalização da empresa e interconectar os produtos e serviços às necessidades dos clientes, a aplicação de um modelo digital do negócio e por último saber analisar os dados advindos de todas essas interações do mundo real com o virtual.

Este resultado se mostra contrário ao que especialistas em novas tecnologias afirmam. Ripari (2019), destaca a frase do matemático Clive Humby, onde Humby afirma que os dados são o novo petróleo e assim como o petróleo precisa ser refinado, os dados precisam ser trabalhados. O autor ainda, destaca que nesta nova era tecnológica, os profissionais e empresas precisam saber trabalhar os dados com inteligência e que muitas vezes as respostas que se buscam estão na análise dos dados que passariam a ser descartados. Esses dados aliados às tecnologias dessa nova revolução, como IA, RPA e BI, tem o potencial de alavancar a empresa. Desta forma, conclui-se que, em geral, os profissionais ainda não conhecem o potencial das tecnologias.

Quanto à percepção da formação técnica disponibilizada pelas instituições de ensino, como exemplo principalmente as universidades e faculdades, de forma que capacitem os profissionais para administrar neste novo cenário tecnológico, em uma escala de 1 a 5, sendo 1 pouca aderência e 5 muita aderência, a resposta demonstra que a percepção é de uma aderência média com 42%, com uma tendência negativa, pois 24% percebe de baixa a média aderência. Estes dois resultados somados representam 66% das respostas. Quando comparado

em relação à faixa etária, é possível perceber que quanto mais jovem, mais otimista é a percepção em relação ao conteúdo apresentado, porém quanto maior a idade, a percepção é tem uma tendência negativa. Ainda levando em consideração o sexo dos respondentes é possível concluir que o público feminino tem uma percepção mais negativa, enquanto a percepção do público masculino é mais otimista.

Quando questionados sobre a preparação dos profissionais caxienses, 56% responderam que talvez, 33% responderam que não estão preparados e apenas 11% acredita que sim, os profissionais da cidade de Caxias do Sul estão preparados para a aplicação dos recursos e conceitos da indústria 4.0 nas indústrias locais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o início da história humana até o surgimento da primeira grande revolução industrial, tudo era produzido artesanalmente. A partir de então tudo foi mais simplificado e a produção aumentou, os preços diminuíram e muitas das coisas que uma vez eram apenas de parte da população mais rica, passaram a se tornar comum a grande parte das pessoas, inclusive as mais pobres.

A segunda revolução traz novas descobertas científicas, como a eletricidade, tornando possível uma produção mais extensa. No entanto, muitos dos problemas advindos ainda da primeira revolução não haviam sido solucionados, e se somaram aos problemas advindos da segunda revolução. Partindo deste princípio surge a administração científica, a teoria clássica, a teoria das relações humanas e a teoria da burocracia, uma de cada vez trazendo novos conceitos e descobertas, com o intuito de resolver cada vez mais os problemas gerados.

Após a I e II Guerra mundial, muitos dos avanços tecnológicos utilizados apenas por militares chegaram as universidades. Os cientistas, por sua vez, aperfeiçoaram as técnicas, tornando a tecnologia mais barata e popularizando entre os civis. Dentre estes estudos estão os computadores e a Internet, o que mais tarde, a partir da terceira revolução industrial, abriu-se a possibilidade para tornar algo comum a todas as empresas e pessoas.

A Quarta Revolução Industrial traz consigo muitos dilemas, e como aconteceu nas três primeiras revoluções, trará consigo muitos problemas que deverão ser resolvidos nas próximas gerações. No entanto o que se espera são benefícios para toda a humanidade, desde que ela esteja preparada. A informação está na mão de todas as pessoas e o volume de dados gerados é enorme, o que faz com que as empresas estejam atentas a essas demandas, para que com uma análise em tempo real, tomem a melhor decisão para que a sobrevivência dela seja efetiva. O humano deve estar aliado à tecnologia, e não lutar contra ela, para que a relação humana versus máquina seja de benefícios e não perdas.

Através das análises realizadas é possível concluir que a percepção dos alunos dos cursos de graduação da Universidade de Caxias do Sul é que grande maioria dos profissionais das empresas da cidade de Caxias do Sul ainda não estão familiarizados com as tecnologias da Quarta Revolução Industrial. Isto leva também à conclusão de que, uma vez não familiarizados, não há conhecimento técnico, ou seja, mão de obra qualificada suficiente para a sua aplicação na indústria caxiense.

Ainda, dos que já ouviram a respeito do assunto, poucos se dispõem a realizar pesquisas aprofundadas a respeito, seja com pesquisas acadêmicas ou cursos de aperfeiçoamento profissional, para se aprimorar em relação a outros profissionais. É possível perceber que o cenário caxiense, neste momento, apenas tem somente ouvido a respeito das tecnologias, sendo essas meramente as mais comentadas como a Inteligência Artificial e a

computação na nuvem, seja na mídia geral como por exemplo a televisão e internet, ou então em filmes que tratam a respeito. Contudo, este conhecimento é superficial, não técnico, de forma que torne quase impossível a aplicação nos processos empresariais.

A complexidade da aplicação dos conceitos e softwares é considerada alta, porém a percepção de ganhos de competitividade no mercado é considerada muito alta quando aplicado estes conceitos. Mesmo que, devido à cultura regional e até mesmo nacional, a complexidade em padronização, mudança de um modelo tradicional para um novo modelo e a falta de mão de obra qualificada sejam consideradas de alta complexidade, a percepção de ganhos em competitividade pressupõe que um investimento nestes quesitos seja visto com bons olhos, tanto pelos gestores quanto pelos profissionais que poderão sentir-se mais motivados.

O receio é um dos maiores bloqueadores deste tipo investimento e aplicação, pois é perceptível a consideração de benefícios para a sociedade e para as empresas. É possível ainda ligar o receio à preparação dos profissionais bem como os gestores públicos da cidade de Caxias do Sul na aplicação destes conceitos, sejam por incentivos da prefeitura, quanto por adequação das leis municipais.

Quanto à preparação dos profissionais do futuro, cabe às instituições de ensino, sejam elas universidades, faculdades, centros de tecnologia, dentre outras que visam o aperfeiçoamento profissional, abrir espaço para este novo cenário, que é uma tendência mundial, e desenvolver os alunos para que obtenham conhecimento acadêmico a respeito dessas tecnologias, de forma que estas possam ser aplicadas, para finalmente ele próprio, a empresa em que trabalha, a cidade, bem como a própria instituição sejam reconhecidos por seus bons resultados. Também cabe ao profissional/aluno, buscar conhecimento sobre o novo cenário, mesmo que em sua maioria este conhecimento seja produzido não no Brasil.

Embora a cidade de Caxias do Sul, num geral, não esteja preparada para a aplicação dos conceitos, seja por falta de mão de obra qualificada, receio de implementar ou conhecimento técnico oferecido pelas instituições de ensino, é perceptível a inclinação positiva dos profissionais à aplicação dos conceitos, pois visam o crescimento das empresas e profissionais. Atualmente, o cenário que uma vez poderia ser de medo, dá lugar a compreensão e procura pela integração do homem e máquina. A tecnologia, na verdade, não vem substituir o trabalho e esforço humano. Desta forma, é necessária uma mudança de visão, de modo geral, para uma visão onde as tecnologias surgem para ajudar o homem em suas necessidades, trazendo novas necessidades e oportunidades. Assim, ao contrário de ser contra o progresso tecnológico, a integração homem versus máquina trará resultados nunca antes imaginado.

REFERÊNCIAS

AUTOMATIONANYWHERE. **The benefits of cognitive automation**, 2018. Disponível em: <<https://www.automationanywhere.com/blog/automation-as-it-s-best-ally/6100-the-benefits-of-cognitive-automation>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

AZEVEDO, Marcelo T. D. **Transformação digital na indústria: indústria 4.0 e a rede de água inteligente no Brasil**. São Paulo: Escola Politecnica de São Paulo, 2017.

BAHIENSE, Felipe. Neomind. **O que é o robotic process automation (RPA) e como os processos de negócios podem ganhar com a tecnologia?**, 2018. Disponível em:

<<http://www.neomind.com.br:81/blog/robotic-process-automation-rpa/>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

BEZERRA, Charles. **A máquina da inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BONNET, Didier; BUVAT, Jerome. **An interview with Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee**. Capgemini Consulting. Paris, p. 7. 2013.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. **The second machine age: an industrial revolution powered by digital technologies**. New York: WW Norton & Company, 2014.

CARBONE, Miguel. **Por que a iot é tão importante?**, 2018. Disponível em:
<<https://canaltech.com.br/internet-das-coisas/por-que-a-iot-e-tao-importante-108352/>>.
Acesso em: 16 dez. 2018.

CASTELLS, Manuel. **A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 9ª. ed. Barueri: Manole, 2014.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

COPPIN, Ben. **Inteligência artificial**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC — Livros Técnicos e Científicos, 2017.

DEL-MASSO, Maria C. S. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cultura Acadêmica, v. 6, 2012.

FAVA, Rui. **Educação para o século XXI: a era do indivíduo digital**. São Paulo: Saraiva, 2016.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

HAIR, Joseph F. Jr. et al. **Análise multivariada de dados**. 6ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HEKIMA. **O guia definitivo de big data para iniciantes**. [S.l.]: [s.n.], 2016.

HOBBSAWM, Eric John E. **A era das revoluções**. 19ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

INTEL. **Introdução à big data**. [S.l.]: Intel IT Center, 2014.

JOÃO, Belmiro. **Informática aplicada**. São Paulo: Pearson, 2014.

LACOMBE, Francisco J. M. **Teoria geral da administração**. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

LOBO, Andréa M. C. Percursos da história moderna. In: LOBO, Andréa M. C. **Percursos da história moderna**. 1ª. ed. Curitiba: Intersaberes, 2017. Cap. 3.4, p. 202-208.

MADAKAM, S.; HOLMUKHE, R. M.; JAISWAL, D. K. **The future digital work force: robotic process automation (RPA)**. São Paulo: [s.n.], v. 16, 2019.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 3ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

MUNK, Simon. **Internet das coisas: uma introdução com o Photon**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

OLIVEIRA, Marcus. [inteligencia.rockcontent.com](https://inteligencia.rockcontent.com/cultura-data-driven/). **Cultura data driven**, 2019. Disponível em: <<https://inteligencia.rockcontent.com/cultura-data-driven/>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

PROVOST, Foster; FAWCETT, Tom. Big Data. **Data science and its relationship to big data and data-driven decision making**, v. 1, n. 1, p. 51-59, mar. 2013. ISSN 2167-6461.

RIPARI, César. IT forum 365: a voz da ti. Por que dados são considerados o novo petróleo?, 2019. Disponível em: <<https://itforum365.com.br/por-que-dados-sao-considerados-o-novo-petroleo/>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

SALESFORCE. **O que é cloud computing: Entenda a sua definição e importância**, 2018. Disponível em: <<https://www.salesforce.com/br/blog/2016/02/o-que-e-cloud-computing>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

SCHWAB, Klaus. **The fourth industrial revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

TAURION, Cezar. **Computação em nuvem**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VELLOSO, João P. D. R. **A nova ordem internacional e a terceira revolução industrial**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.

VELTE, Anthony T.; VELTE, Toby J.; ELSENPETER, Robert. **Cloud computing: computação em nuvem**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2012.

ZENCKE, Peter et al. iot-conference.org. **Internet of things**, 2008. Disponível em: <<https://iot-conference.org/iot2008/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.