

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DE CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

CALEBE SILVA ROSA

**ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO E A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA
INDÚSTRIA 4.0 NAS EMPRESAS DA CIDADE DE CAXIAS DO SUL**

CAXIAS DO SUL

2019

CALEBE SILVA ROSA

**ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO E A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA
INDÚSTRIA 4.0 NAS EMPRESAS DA CIDADE DE CAXIAS DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentando para a Área de Conhecimento de Ciências Sociais, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador do TCCI: Prof. Dr. Marco Aurélio Bertolazzi
Orientador do TCCII: Profa. Dra. Maria Emilia Camargo

CAXIAS DO SUL

2019

CALEBE SILVA ROSA

**ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO E A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA
INDÚSTRIA 4.0 NAS EMPRESAS DA CIDADE DE CAXIAS DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentando para a Área de Conhecimento de Ciências Sociais, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Administração.

Aprovado em 19 / junho / 2019

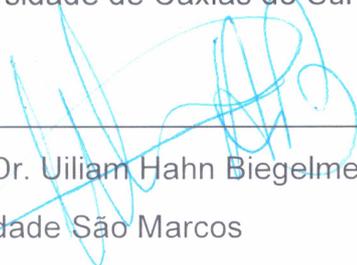
Banca Examinadora



Profa. Dra. Maria Emilia Camargo
Universidade de Caxias do Sul - UCS



Prof. Dr. Mateus Panizzon
Universidade de Caxias do Sul - UCS



Prof. Dr. Uiliam Hahn Biegelmeyer
Faculdade São Marcos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado sabedoria, conhecimento e paciência, força e fé para que este trabalho pudesse ser concluído.

Em segundo lugar, à minha esposa Suelen da Rosa por ter me acompanhado nesta jornada e ter me ajudado em todos os momentos com calma, atenção e dedicação, na ajuda por buscas de conteúdos que me ajudaram nesta pesquisa, além de seus conselhos motivadores, amor e carinho constantes.

A meus pais, irmãos e amigos por todo o incentivo e compreensão, principalmente em momentos em que por necessidade tive de me dedicar a este trabalho e não ao convívio com eles.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Marco Aurélio Bertolazzi e Profa. Dra. Maria Emilia Camargo, por todas as suas instruções, dicas e direcionamento nesta pesquisa.

Obrigado a todos!

“..., mas uma coisa faço, e é que, esquecendo-me das coisas que atrás ficam, e avançando para as que estão diante de mim, prossigo para o alvo...”

(A BÍBLIA, Filipenses 3:13,14)

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 do objetivo do estudo, foi realizada uma pesquisa quantitativa-descritiva, operacionalizada por meio de uma *survey*, analisando-se os dados através de frequências percentuais e cruzamento de variáveis. Através das análises realizadas das respostas obtidas do questionário 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.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Revolução Industrial. Tecnologia. Inteligência Artificial. Robótica. RPA.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Faixa etária dos respondentes | 61 |
| Tabela 2 - Sexo dos respondentes..... | 62 |
| Tabela 3 - Grau de Ensino por Sexo | 62 |
| Tabela 4 - Origem Principal do Capital da Empresa | 63 |
| Tabela 5 - Tamanho da Empresa em Funcionários | 63 |
| Tabela 6 - Ramo de Atividade | 64 |
| Tabela 7 - Empresas com RPA Aplicado | 64 |
| Tabela 8 - Conhecimento e Aplicação de Software Robô | 65 |
| Tabela 9 - Conhecimento do Software Aplicado | 65 |
| Tabela 10 - Familiarização com as Tecnologias da Indústria 4.0..... | 66 |
| Tabela 11 - Familiarização com as Tecnologias da Indústria 4.0 por Sexo | 66 |
| Tabela 12 - Percentual de Respostas do número de formas que está se envolvendo com a Indústria 4.0..... | 66 |
| Tabela 13 - Forma de Envolvimento com a Indústria 4.0 | 66 |
| Tabela 14 - Número de tecnologias advindas com a Indústria 4.0, até 3 respostas . | 67 |
| Tabela 15 - Tecnologias Mais Conhecidas da Indústria 4.0..... | 67 |
| Tabela 16 - Grau de Complexidade em relação à implantação dos conceitos da Indústria 4.0..... | 67 |
| Tabela 17 - Grau de Importância da indústria 4.0 para a Competitividade | 68 |
| Tabela 18 - Complexidade da Aplicação Quanto a Padronização | 68 |
| Tabela 19 - Complexidade de Mudança do modelo tradicional para um novo modelo de negócio..... | 68 |
| Tabela 20 - Falta de Mão de Obra Qualificada..... | 69 |
| Tabela 21 - Benefícios e necessidades que a Indústria 4.0 trará para a cidade | 70 |
| Tabela 22 - A indústria caxiense está preparada para assumir o risco para evolução para indústria 4.0..... | 71 |
| Tabela 23 - A indústria 4.0 criará oportunidades que permitam aumento da presença e importância da indústria caxiense no cenário nacional. | 71 |
| Tabela 24 - Problemas Advindos da Adequação às tecnologias da Indústria 4.0..... | 71 |
| Tabela 25 - Aplicação de um software de RPA (robô), considerando que estes softwares realizam atividades sistêmicas como um humano | 72 |

| | |
|---|----|
| Tabela 26 - Receio de Aplicação de RPA | 73 |
| Tabela 27 - Aplicação do Capital e Inteligência Humana | 73 |
| Tabela 28 - Importância do Aumento da Produtividade com o uso do software de RPA..... | 73 |
| Tabela 29 - Percepção do Benefício no Resultado dos Negócios Apropriados | 73 |
| Tabela 30 - Percepção do Benefício na Redução de Custos Salariais | 74 |
| Tabela 31 - Percepção do Benefício na Redução do Risco de Erros..... | 74 |
| Tabela 32 - Percepção do Benefício do Não Conhecimento Técnico | 74 |
| Tabela 33 - Percepção do Benefício na Otimização dos Processos Administrativos | 75 |
| Tabela 34 - Percepção do Benefício na Satisfação dos Funcionários | 75 |
| Tabela 35 - Percepção do Benefício na Redução de <i>Turnover</i> | 75 |
| Tabela 36 - Percepção do Benefício no Aumento de Produtividade dos funcionários e redução nos custos de contratação..... | 76 |
| Tabela 37 - Aplicação de RPA visando os Benefícios..... | 76 |
| Tabela 38 - Conhecimento de Softwares Líderes de RPA no Mercado | 76 |
| Tabela 39 - Percentual de Respostas quanto aos softwares mais conhecidos do mercado e mais completos..... | 76 |
| Tabela 40 - <i>Softwares</i> Líderes Mais Conhecidos | 77 |
| Tabela 41 - Você acredita que os profissionais/estudantes caxiense estão preparados para atuar neste novo cenário da indústria 4.0 e para a aplicação de seus recursos e conceitos nas empresas | 79 |
| Tabela 42 - Competências Técnicas do Administrador para o bom desempenho de suas atividades..... | 79 |
| Tabela 43 - Grau de Aderência das Instituições de Ensino no Novo Cenário | 80 |
| Tabela 44 - Interpretação de valores do Grau de Aderência (GA) | 80 |
| Tabela 45 - Grau de Aderência de Ensino por Faixa Etária | 81 |
| Tabela 46 - Grau de Aderência da formação técnica oferecida hoje pelas Universidades e Instituições de Ensino para este novo cenário por Faixa Sexo..... | 81 |
| Tabela 47 - Preparação dos Profissionais para as Novas Tecnologias | 82 |
| Tabela 48 - Preparação dos Profissionais para as Novas Tecnologias por Sexo | 82 |
| Tabela 49 - Preparação dos Profissionais por Faixa Etária | 82 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------|--|
| AI | <i>Artificial Intelligence</i> (Inteligência Artificial) |
| ARPA | <i>Advanced Research Projects Agency</i> |
| BI | <i>Business Intelligence</i> |
| CPD | Centro de Processamento de Dados |
| GQ | Gestão da Qualidade |
| IA | Inteligência Artificial |
| IBM | <i>International Business Machines</i> |
| IP | <i>Internet Protocol</i> |
| MIT | <i>Massachusetts Institute of Technology</i> |
| P2P | <i>Peer to Peer</i> |
| PC | <i>Personal Computer</i> (Computador Pessoal) |
| PCP | Planejamento e Controle da Produção |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| RFID | <i>Radio-Frequency Identification</i> (Identificação por rádio frequência) |
| RPA | <i>Robotic Process Automation</i> |
| SIG | Sistema de Informações Gerenciais |
| TGA | Teoria Geral da Administração |
| TGS | Teoria Geral dos Sistemas |
| TI | Tecnologia da Informação |
| VOIP | <i>Voice Over IP</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 23 |
| 1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA..... | 23 |
| 1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA..... | 23 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 23 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 23 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA | 24 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 27 |
| 2.1 A PRIMEIRA REVOLUÇÃO | 27 |
| 2.2 A SEGUNDA REVOLUÇÃO..... | 29 |
| 2.2.1 Administração Científica | 30 |
| 2.2.2 Teoria Clássica da Administração | 32 |
| 2.2.3 Teoria das Relações Humanas | 34 |
| 2.2.4 Teoria da Burocracia | 36 |
| 2.2.5 Abordagem sistêmica | 39 |
| 2.2.5.1 Cibernética | 41 |
| 2.2.5.2 Teoria da informação..... | 43 |
| 2.2.6 Abordagem Contingencial | 43 |
| 2.3 A TERCEIRA DA REVOLUÇÃO | 46 |
| 2.4 A QUARTA REVOLUÇÃO OU INDÚSTRIA 4.0..... | 50 |
| 2.4.1 As Tecnologias da Indústria 4.0 | 52 |
| 2.4.1.1 Inteligência Artificial | 52 |
| 2.4.1.2 Robótica | 53 |
| 2.4.1.3 Internet das Coisas (IoT Internet of Things) | 54 |
| 2.4.1.4 Big Data Analytics | 55 |
| 2.4.1.5 Cloud Computing (Computação na Nuvem) | 56 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.2 Impactos e desafios na sociedade e nas organizações | 57 |
| 3 METODOLOGIA | 59 |
| 3.1 MÉTODO | 59 |
| 3.2 AMOSTRAGEM | 59 |
| 3.3 INSTRUMENTO DE PESQUISA SUGERIDO..... | 60 |
| 3.4 TRATAMENTO DOS DADOS | 60 |
| 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 61 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESPONDENTES..... | 61 |
| 4.2 CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA | 63 |
| 4.3 GRAU DE ENVOLVIMENTO E CONHECIMENTO SOBRE INDÚSTRIA 4.0 .. | 66 |
| 4.4 CONCEITUAÇÃO E ADEQUAÇÃO À INDÚSTRIA 4.0 | 70 |
| 4.5 APLICAÇÃO DO SOFTWARE DE RPA NA EMPRESA | 72 |
| 4.6 EXPECTATIVAS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL..... | 78 |
| 5. CONCLUSÃO | 85 |
| 5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO | 87 |
| 5.2 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 88 |
| REFERÊNCIAS | 89 |
| APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA | 95 |
| 1 IDENTIFICAÇÃO DO AVALIADO | 95 |
| 2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA..... | 95 |
| 3 GRAU DE ENVOLVIMENTO E CONHECIMENTO SOBRE INDÚSTRIA 4.0 | 96 |
| 4 CONCEITUAÇÃO E ADEQUAÇÃO À INDÚSTRIA 4.0 | 98 |
| 5 DA APLICAÇÃO DO SOFTWARE DE RPA NA EMPRESA | 99 |
| 6 EXPECTATIVAS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL..... | 101 |

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o tema, o problema, os objetivos e a justificativa que norteiam o estudo em questão.

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

O tema do estudo é o impacto do conceito da Indústria 4.0. O problema do estudo pode ser resumido na seguinte questão: Qual é 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?

1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA

De acordo com Martins (2017), o objetivo geral é aquele que resume e apresenta a ideia central da pesquisa, devendo expressar claramente o motivo da pesquisa e delimitar o escopo do trabalho. Já os objetivos específicos apresentam os resultados que se pretende alcançar com a pesquisa de forma mais detalhada, buscando relacionar mais profundamente o objeto do trabalho e suas particularidades, contribuindo para a delimitação do tema.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa 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.

1.2.2 Objetivos específicos

a) Avaliar o entendimento das indústrias de Caxias do Sul em relação às mudanças tecnológicas advindas da Quarta Revolução Industrial e sua aplicação para ganho de produtividade e competitividade no mercado;

- b) Avaliar se a mão de obra disponível no mercado tem conhecimento sobre as novas tecnologias e se estão capacitadas a aplicá-las nas empresas;
- c) Avaliar a percepção dos estudantes e profissionais quanto ao conhecimento e grade curricular das instituições de ensino estão de acordo com a nova realidade tecnológica.

1.3 JUSTIFICATIVA

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. Partindo deste princípio e a aplicação ao cenário atual em Caxias do Sul, é preciso questionar se o município está preparado para essas mudanças. Também deve-se interrogar se a cidade está apta para aplicar as novas tecnologias nas empresas a fim de reduzir os custos, maximizar a utilização dos recursos disponíveis,

através de principalmente a aplicação de *software* de RPA, e por último tornar-se mais competitivo no mercado (SCHWAB, 2016, p. 11-13).

O avanço tecnológico e a busca constante por novos tipos de ferramentas para auxiliar os gestores em decisões, bem como para os trabalhadores de linha de frente, como os analistas, principalmente na área da Tecnologia da Informação, tem sido tão rápido a ponto de causar uma ruptura. Essa quebra de paradigmas mantém um ritmo acelerado a ponto de empresas não conseguirem acompanhar essas novidades.

De acordo com Dino (2017), grande parte das empresas, de pequeno a grande porte, operam muitos dos seus serviços e processos de forma manual, a base de relatórios de papel, e atividades repetitivas, onde o componente humano ainda é utilizado como uma ferramenta. É possível comparar essas empresas aos tempos dos artesãos e suas habilidades manuais de antes da primeira Revolução Industrial.

A transformação digital traz ao componente humano a possibilidade de utilizar muito mais seu raciocínio e sentimentos para tomadas de decisões onde a máquina ainda não é capaz de fazer. Associado a isso, é possível utilizar as novas tecnologias para realizar tarefas repetitivas mais rapidamente, com total assertividade e praticamente anular a chance de erro, de forma que justifica a presente pesquisa (SGANDERLA, 2018).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo traz o referencial teórico utilizado para sustentar a busca dos objetivos propostos pelo estudo.

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”. A revolução, que começou na Inglaterra, trouxe grandes mudanças para a época, com grandes descobertas e a utilização de máquinas para auxiliar na produção e na manufatura. 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.

O homem utilizava instrumentos que faziam um trabalho pequeno, necessitando exercer a força muscular para trabalhar com o instrumento. Isso muda quando James Hargreaves (1720-1778) inventou a máquina *Spinning Jenny*, nome dado em homenagem a sua esposa, que permitia realizar o trabalho de oito homens, fiando vários fios ao mesmo tempo (SCHMIDT, 2005, p. 309). Em 1769, James Watt (1736-1819) desenvolveu um equipamento que utilizava o vapor da água para gerar energia capaz de fazer funcionar as máquinas. Com a invenção da máquina a vapor, o processo de substituição da mão de obra humana pela força mecanizada tornou-se irreversível.

Schmidt (2005, p. 309) evidencia que, em 1783, o pastor Edmund Cartwright (1743-1823) criou o tear mecânico que possibilitou a mecanização da tecelagem. Primeiramente, sua invenção utilizava a força das rodas d'água, por meio de eixos, correias e engrenagens. A água corrente era o que gerava a força da máquina, não sendo mais necessária a força muscular através uma manivela.

A produtividade aumentou devido às máquinas com várias operações simultâneas. Anteriormente, com o processo manual, tudo era demorado. Chiavenato (2011, p. 35 e 36) indica a importância da invenção do descaroçador de algodão por Whitney em 1792. O que um escravo conseguia descaroçar cinco libras de algodão, no mesmo tempo, a máquina trabalhava mil libras. Um aumento de 200% na produção. De acordo com Martins e Laugeni (2015, p. 11), a primeira vez que o termo produtividade foi utilizado de maneira formal, foi em um artigo do economista francês Quesnay, em 1766. E somente em 1883, o economista Littré, também francês, utilizou o termo no sentido de "capacidade de produzir". 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 ruptura. 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. Essa mudança trouxe consigo a exigência de padronização, a fim de que fosse alcançado o mesmo resultado em cada item produzido. Com o resultado desse grande desenvolvimento industrial,

ocorre a urbanização. A população rural começa a se estabelecer nas proximidades das fábricas.

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. O resultado foi uma queda nos custos operacionais (CHIAVENATO, 2011, p. 36).

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. Hobsbawm (2011, p. 79) ainda reitera que os métodos tradicionais, o improviso e o empirismo não eram mais adequados à condução das empresas. Esses aspectos influem diretamente sobre a produtividade. Por esses aspectos, Chiavenato (2011, p. 49) afirma que se deu o surgimento da abordagem clássica da administração. A abordagem clássica pode resumir-se em dois fatos genéricos relacionados às conseqüências geradas pela revolução industrial:

- a) O crescimento acelerado e desorganizado das empresas traz a complexidade na administração, e por sua vez o empirismo deveria dar lugar à administração científica;
- b) As atividades operacionais necessitavam aumentar a eficiência para obter o melhor resultado dos recursos empregados.

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).

2.2.1 Administração Científica

De acordo com Chiavenato (2011, p. 53), o engenheiro Frederick W. Taylor, é considerado o fundador da moderna Teoria Geral da Administração (TGA). Taylor teve diversos seguidores e revolucionou o pensamento do mundo administrativo para sua época com a iniciação da Escola de Administração Científica. O termo Administração Científica, indica Hobsbawm (2011, p. 79), que começou a ser utilizado a partir de 1910, é utilizado em função do fato de se tentar aplicar os métodos científicos de observação e mensuração aos problemas administrativos das empresas, com o fim de aumentar a eficiência operacional.

Taylor preocupou-se sobre a eficiência na produção, sendo um de seus principais objetivos um maior aproveitamento das pessoas em suas atividades. Objetivou a produção em larga escala, com qualidade e custos menores possíveis. O fundamento para esse pensamento é a divisão do trabalho, a especialização das pessoas nas tarefas que desenvolviam e a remuneração de acordo com a produção alcançada por cada trabalhador (LACOMBE, 2009, p. 102).

A sua primeira obra denominada *Shop Management* (Administração de Oficinas), datada de 1903, dá início o que é considerada a primeira fase de Taylor. Essa obra, afirma Silva (2013, p. 112), traz o conceito da racionalização do trabalho do operário através do estudo dos tempos e movimentos, que teve uma fase analítica e outra construtiva.

A fase de análise, que corresponde à segunda obra, *Principles of Scientific Management* (Princípios da Administração Científica) em 1911, consistiu em quebrar as atividades em vários movimentos elementares quanto possível e descartar movimentos inúteis. Os movimentos mais rápidos e mais eficazes foram cronometrados com os melhores operários executando a atividade e transformadas em atividades/tempo padrão para a produção. A segunda fase consistiu em elaborar

um arquivo de movimentos e tempos elementares para que fossem usados em outras classes de trabalho. Essa fase, indica ainda o autor, por fim, acabou considerando a melhoria de máquinas, ferramentas, materiais, métodos e a padronização de tudo que estava ligado ao trabalho a ser realizado.

Ribeiro (2016, p. 17) destaca quatro principais preocupações de Taylor em relação aos princípios da administração científica:

- a) Substituir o trabalho empírico e improvisado pelo científico;
- b) Preparar os trabalhadores para produzirem mais e melhor;
- c) Controlar o trabalho e verificar se tudo acontece da forma estabelecida cientificamente;
- d) Separar as atribuições e responsabilidades, sendo desde o planejamento até o controle.

Em contrapartida, Hobsbawm (2011, p. 79 e 80) resume em três os objetivos principais de Taylor:

- a) Cada operário deveria ser isolado, ou o grupo de trabalho, que não teria mais o poder de decisão, e sim agentes de administração que controlariam qual, como e quando o trabalho deveria ser realizado;
- b) A divisão do trabalho em processos e a cronoanálise de todos os movimentos realizados;
- c) Sistemas variados de pagamento com o objetivo de o operário sentir-se incentivado a produzir mais.

O autor ainda afirma que, apesar de o Taylorismo ou a sua Administração Científica, ter sido identificado publicamente no início como o método de como fazer os trabalhadores produzir mais, após 1918, o nome Taylor se tornou sinônimo de uso racional da maquinaria e maximização da força de trabalho e da produção. A esse respeito, Chiavenato (2011, p. 97) relaciona a Administração Científica com a Abordagem Humanística da Administração. Apesar de não ter sido questionada por nenhuma outra teoria, os princípios da Administração Científica nem sempre foram bem aceitos. Os trabalhadores e os sindicatos começaram a interpretar essa visão “como um meio sofisticado de exploração de empregados a favor dos interesses patronais”. Desta forma, a Teoria das Relações Humanas surge como uma forma de endireitar a tendência à desumanização do trabalho aplicando métodos científicos e precisos. A consequência da aplicação dos métodos de Taylor tende a tornar o operário parte da máquina, especializando-o demasiadamente e não permite a

iniciativa do trabalhador, reprimindo o relacionamento interpessoal. O autor resume em dois grupos as críticas sobre o Taylorismo:

a) Mecanização: Torna o empregado parte da máquina, sem considerar os aspectos psicossociais desestimulando a iniciativa do próprio operário;

b) Esgotamento físico: Devido ao método de pagamento proposto, a recompensa por produção, o resultado era de o empregado querer realizar mais do que o necessário ou poderia produzir, para receber mais ao final.

Nesse sentido, Silva (2013, p. 123 e 124) evidencia o relatório de Robert Roxie (1868-1916). O mesmo concluiu que “a Administração Científica lidava somente com os aspectos mecânicos, desconsiderando os aspectos humanos da produção”. Mesmo, de certa forma, contrapondo-se aos métodos de Taylor, Roxie reconhece que o Taylorismo corrobora com a gerência para alcançar eficiência, menores custos com aumento de produção, sem sobrecarregar os trabalhadores ou expô-los a carga excessiva ou sub condições de trabalho. Roxie ainda reitera que os sistemas de Taylor poderiam trazer benefícios reais para a sociedade, reconhecendo os aspectos positivos desses métodos.

2.2.2 Teoria Clássica da Administração

Chiavenato (2011, p. 77) evidencia que enquanto Taylor e outros engenheiros realizavam a abordagem da Administração Científica nos Estados Unidos, surge Henry Fayol (1841-1925), na França, aplicando a Teoria Clássica da Administração. No entanto Ribeiro (2016, p. 41) traz a abordagem de Fayol com outro termo, a Escola Normativista, pois é a abordagem que trata das normas, princípios e de um sistema de regras administrativas.

Conforme Abrantes (2012, p. 6 e 7), Fayol propôs uma nova forma de administrar as empresas, focando principalmente na estrutura organizacional e na departamentalização. Assim, o início de Teoria Clássica da Administração dá-se em 1916, quando foi publicado o livro *Administration Industrielle et Générale* (Administração Industrial e Geral). Já Clegg, Kornberger e Pitsis (2011, p. 453) destacam que a nova forma de administrar visa o treinamento de pessoal de gestão de alto nível, sendo este treinamento voltado à preparação do gestor para planejar, organizar, comandar, coordenar e controlar em prol de melhor desempenho. Não era possível esperar racionalidade e legitimidade sem treinar antes. Silva (2013, p. 135)

afirma que, para Fayol, os administradores necessitam de certas características como qualidades físicas, mentais, morais, conhecimentos gerais, habilidades especiais e, por fim, experiência. Dessa forma, ficaram evidenciados os requisitos de um administrador dependendo da hierarquia, separando as habilidades técnicas das administrativas.

Fayol também consolidou as atividades do processo administrativo como planejamento, organização, comando, coordenação e controle. Ele dividiu o trabalho entre as áreas da empresa estabelecendo a ideia de autoridade e responsabilidade, propondo as unidades de comando e direção. Além de Fayol analisar essas questões, ele também observou a questão da centralização e da descentralização, além de incentivar o espírito equipe (OLIVEIRA, 2009, p. 132 e 133).

Enquanto a Administração Científica de Taylor se baseava em apenas quatro princípios, a Administração Clássica de Fayol se baseou em 14. Silva (2013, p. 137 e 138) relata os 14 princípios em que Fayol baseou seus estudos: divisão do trabalho; autoridade e responsabilidade; disciplina; unidade de comando; unidade de direção; subordinação do interesse individual ao interesse geral; remuneração do pessoal; centralização; cadeia escalar; equidade; estabilidade do pessoal no cargo; iniciativa; espírito de equipe.

O autor também destaca que para Fayol, em sua teoria, todas as atividades e/ou operações de qualquer empresa em geral podem ser divididos em seis grupos: atividades técnicas, comerciais, financeiras, contábeis, segurança e administrativas.

Oliveira (2009, p. 48) destaca que a estruturação da empresa, das suas funções, o estudo do papel e atuação dos gestores foram as principais contribuições dos estudos de Fayol. No entanto a teoria de Fayol também recebeu críticas. Entre elas, por apresentar abordagem simplista ao propor a aplicação da teoria em qualquer empresa. Também não há flexibilidade adequada na teoria. Existe um elevado nível de mecanicismo, não considerando as questões pessoais dos trabalhadores. Por fim, críticos apontavam o baixo teor científico das teses de Fayol.

Porém, mesmo Fayol recebendo críticas quanto à teoria, Maximiano (2011, p. 36) conclui que as ideias fundamentais continuam válidas em qualquer tipo de organização e/ou sistema de administração.

2.2.3 Teoria das Relações Humanas

Observa-se que Administração Científica lida somente com os aspectos mecânicos. Já a Teoria Clássica da Administração aplica os princípios e um sistema de regras administrativas. Em sentido contrário, na Teoria das Relações Humanas, ou chamada também de Escola Comportamental, a administração só pode ser eficaz se o trabalhador for compreendido (MONTANA e CHARNOV, 2010, p. 21). Ao mesmo tempo, Maximiano (2011, p. 39) corrobora afirmando que o desempenho do trabalhador não era determinado apenas pelos métodos de trabalho, mas também pelo comportamento. Também, da mesma forma, Abrantes (2012, p. 23) conclui que os estudos dessa teoria descobriram que os funcionários possuem necessidades sociais e psicológicas. O autor ainda afirma que a Teoria das Relações Humanas surge na década de 1930 e contrapõe-se principalmente à Teoria Clássica, mais especificamente ao taylorismo, uma vez que o mesmo praticamente transformava o trabalhador em uma máquina de produção. O antropólogo social australiano George Elton Mayo (1880-1949) conduziu uma série de experiências, entre 1927 e 1935, na cidade de Hawthorne, Chicago.

Ribeiro (2016, p. 64-67) destaca que Elton Mayo, como normalmente é conhecido, aplicou seus estudos em quatro fases, sendo que cada fase era aplicado um novo método considerando o resultado da fase anterior até chegarem a conclusão dos resultados obtidos. Montana e Charnov (2010, p. 22 e 23) evidenciam que esses estudos ocorreram quando ele foi contratado como consultor por uma fábrica de tecidos após essa fábrica ter também contratado um engenheiro para realizar estudos a fim de que a teoria da administração científica de Taylor pudesse ser implementada, porém os estudos deste engenheiro não contribuíram para o aumento da produtividade e da eficiência operacional. A rotatividade dos trabalhadores, especificamente do setor de fiação estava acima de 250% ao ano, além de estarem insatisfeitos. As principais reclamações dos trabalhadores eram dores nos pés e nas pernas devido ao ritmo do trabalho. Assim, Mayo sugeriu à administração oferecer mais períodos de descanso. Após acatarem a sugestão, foi obtido um aumento na produtividade e também uma redução na rotatividade. Mayo também ouviu as reclamações de origens mais qualitativas. Ele examinou as condições de trabalho e verificou que havia pouco contato entre os trabalhadores, chamando-os de *solitários*. Esse pouco contato era o fator que gerava nenhum senso de pertencimento a um

grupo e não criava confiança, reconhecendo que esse sentimento era a causa de os administradores não atingirem seus objetivos e tornarem seus esforços em vão.

Assim sendo, Chiavenato (2011, p. 101-103) conclui através dos estudos de Mayo que:

a) A capacidade produtiva não é determinada somente por tempos, movimentos e maquinário, mas também da capacidade física e fisiológica do trabalhador bem como as normas sociais e o sentimento de pertencimento de grupo e suas expectativas;

b) O indivíduo não pode ser considerado apenas isoladamente, mas que cada um reage dentro das normas que o grupo estabelece e se alguém se desvia dessas normas sofre punições sociais e morais do próprio grupo para que este trabalhador retorne às normas estabelecidas por eles;

c) Aqueles que produzirem mais ou menos daquilo que o grupo determinou perdem o respeito e a consideração dos demais colegas do grupo, portanto o trabalhador aceita produzir menos e ganhar menos do que pôr em risco as relações dentro do grupo;

d) A empresa também é composta de grupos informais que, por vezes, se contrapõem às normas estabelecidas pela organização formal. Esses grupos informais definem suas próprias regras e os indivíduos se adequam à essas regras para sentirem-se parte do grupo;

e) A interação social é constante mesmo no ambiente de trabalho e está associada ao comportamento humano dentro das organizações. Cada pessoa possui sua própria personalidade, e quando ocorre a interação social, uma pessoa influencia a outra, e essas mesmas pessoas procuram se adequar às demais pessoas do grupo;

f) Concluiu-se que a especialização do trabalhador não é a forma mais eficiente de tornar a organização mais eficiente. Foi constatado que os operários realizavam a troca de posição a fim de evitar a monotonia, mesmo que resultasse numa perda produtiva, no entanto elevava a moral do grupo;

g) Os aspectos emocionais e devem ter atenção especial dos administradores.

Por fim, Lacombe (2009, p. 22) enfatiza que a forma ideal de administrar é aquela que considera o aspecto humano, buscando compreender cada indivíduo e suas necessidades a fim de saber como é possível motivá-las e através disso obter melhores resultados. Também é necessário buscar integrar os objetivos pessoais com

os da organização e levar em consideração que são pessoas que constituem a organização como um todo. Ribeiro (2016, p. 67) conclui que ao contrário da Administração Científica, “que via a empresa como uma máquina sem se importar com o fator humano”, o fator social é de suma importância para o sucesso da empresa.

2.2.4 Teoria da Burocracia

De acordo com Maximiano (2011, p. 36 e 37), o termo “burocracia”, hoje denota um sentido negativo que remete à ideia de excesso de papéis e regulamentos. No entanto, o sentido etimológico da palavra é de uma estrutura altamente organizada composta de regras e procedimentos preestabelecidos, tendo sua derivação em duas palavras, do francês "*bureau*" (escritório) e do grego "*cracia*" (administração), ou seja, escritório de administração.

A Teoria da Burocracia nasce na década de 1940 devido às críticas em relação à Teoria Clássica, por ser demasiadamente mecanicista, e também em relação à Teoria das Relações Humanas, por ser considerada ingênua. Dessa forma, Bonome (2008, p. 79) relata que havia uma lacuna na base teórica da ciência da Administração. Essa base deveria ser sólida e ampla para dar suporte ao processo administrativo e, assim, pudesse orientar os administradores. Dessa forma, estudiosos se inspiraram nas propostas do alemão Max Weber (1864-1920). Para Silva (2013, p. 146), a escola da burocracia traz uma nova perspectiva, estudando o aspecto institucional. O autor também afirma que todas as atividades administrativas utilizam a burocracia, pois o trabalho em si se baseia em papéis e documentos. Conforme as empresas cresciam em tamanho e complexidade, fez-se necessário um modelo racional que fosse aplicável não somente à fábrica, mas que englobasse todas as áreas e atividades da empresa, assim completando a lacuna que faltava entre a Teoria Clássica e a Teoria das Relações Humanas.

Silva (2013, p. 148) evidencia que originalmente, a burocracia, consistia em sete características: divisão do trabalho; hierarquia de autoridade; racionalidade; regras e padrões; compromisso profissional; registros escritos; impessoalidade. Essas características, para Weber, integram a definição da burocracia ideal. Para ele, as burocracias não são inflexíveis, porém oferecem o meio mais eficiente de obter o trabalho feito. Entretanto, Oliveira (2009, p. 22) destaca apenas três características: a formalidade, a impessoalidade e o profissionalismo. De forma semelhante Jones e

George (2008, p. 50 e 51) citam as mesmas características que Silva (2013, p. 148), porém as resume em cinco princípios e conclui que, para Weber, somente as organizações que aplicam esses princípios através do sistema burocrático, podem aprimorar o desempenho organizacional.

Jones e George (2008, p. 51) citam que, dentro da burocracia, mais especificamente no que tange ao princípio das regras e padrões, devem existir as regras, os procedimentos operacionais padrão e as normas. As primeiras são instruções formais escritas que buscam especificar as ações a serem tomadas em diferentes circunstâncias, visando atingir objetivos específicos. Já, os procedimentos operacionais padrão são grupos específicos de instruções formalizadas sobre como desempenhar uma tarefa. Por fim, normas representam códigos informais de conduta, sendo não escritos. Eles prescrevem como as pessoas devem agir em certas situações.

Cardoso (2013, p. 3) faz um paralelo entre a burocracia de Weber e a gestão da qualidade (GQ), já que ambas estão baseadas no âmbito das regras e padrões. O autor conclui que o objetivo é aperfeiçoar os resultados, controlar, melhorar e otimizar o processo e por fim conduzir os resultados. Ainda que a teoria weberiana da burocracia vise o aprimoramento do desempenho por meio da aplicação de seus princípios, incorre em pontos negativos se não for implantada adequadamente. Jones e George (2008, p. 51 e 52) alegam que se os administradores tornarem as regras e procedimento demasiadamente rígidos, a ponto de serem considerados proibições e complicados, o processo decisório passa a ser lento e ineficiente tornando as organizações incapazes de mudar a situação. Outro ponto é não tornar as regras o único meio para a tomada de decisão, mas também considerar as próprias habilidades e capacidade de julgamento para não tornar o comportamento do administrador inflexível. Os autores também destacam que este é um desafio para os gestores, tornar a burocracia em algo que beneficie a organização ao invés de prejudicá-la. Coltro (2015, p. 90) contribui para o pensamento de que o excesso de burocratização tornaria a sociedade cada vez mais racional, alertando para o fato de que poderia afetar a felicidade dos indivíduos, por estarem seguindo regras e normas rígidas sem as quais pudessem mudar.

Para Lacombe (2009, p. 245 e 246), a burocracia pode se tornar um mal por suas características inerentes a ela. O excesso de formalização e obediência excessiva às regras prejudica a organização e os seus objetivos quando estes

requerem agilidade e flexibilidade. Dessa forma, um processo se torna longo e inútil prejudicando a eficiência. Por último, o autor destaca que a impessoalidade ocasiona serviços deficientes e tratamento inadequado aos clientes, indo contrariamente à razão de existir da empresa. O autor prossegue, ao evidenciar os sintomas que informam que a burocracia se tornou patológica:

- a) Autoridade é centralizada na direção superior;
- b) Excesso de controles onde o custo é maior que o risco;
- c) Controles prévios são supervalorizados em vez dos controles posteriores;
- d) Dificuldades de relacionamentos com o público externo, levando a um tratamento indevido e sem importância;
- e) Processos se tornam mais importantes que os resultados.

Em sentido contrário, Chiavenato (2012, p. 42 e 43), destaca as vantagens da burocracia:

- a) Objetivos da organização ligados à razão;
- b) Atribuições dos cargos definidas, com o conhecimento dos deveres;
- c) Processo decisório ágil, uma vez que cada indivíduo sabe seu papel e o fluxo que deve seguir;
- d) Interpretação da informação de forma universal, pois está regulamentada e é destinada apenas a quem a necessita;
- e) Rotinas padronizadas, evitando custos e erros;
- f) Mesmo que o pessoal seja substituído, a continuidade do negócio está garantida;
- g) Cada funcionário conhece suas atribuições e seus limites, o que evita atritos pessoais;
- h) Decisões sofrem constância, pois em circunstâncias parecidas a resposta é tomada de forma igual;
- i) Processo confiável, pois exclui sentimentos que poderiam impossibilitar a melhor solução. Sabendo que as regras são conhecidas, em casos similares é seguido a mesma sistemática;
- j) Funcionários se tornam especialistas em suas áreas, uma vez que suas funções não se confundem e o trabalho é dividido de forma ordenada de acordo com a hierarquia.

2.2.5 Abordagem sistêmica

Segundo Antonello, Godoy et al. (2011, p. 79), a abordagem sistêmica tem seu início na década de 1930, onde passa-se a questionar a interpretação feita sobre o mundo e suas relações, assim substituindo a forma de pensamento mecanicista para uma visão sistemática. Capra (2008, p. 23) evidencia que “os pioneiros do pensamento sistêmico foram os biólogos, que enfatizavam a concepção dos organismos vivos como totalidades integradas”. É considerado o criador da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) o biólogo Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), pelo trabalho a respeito da sua teoria o livro “*General System Theory*” (Teoria Geral dos Sistemas) editado em 1968. Segundo Martinelli, et al. (2012, p. 2) “sistema é a disposição das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si e que funcionam como uma estrutura organizada”.

Coltro (2015, p. 40) destaca que a intenção da abordagem sistêmica para a administração é integrar as várias escolas de pensamento em uma teoria de gestão coerente e coesa. De acordo com Coltro (2015, p. 40), representa a integração de todas as teorias e escolas de pensamento até aquele momento estudadas. Chiavenato (2011, p. 384) acrescenta que, antes da TGS, os vários ramos do conhecimento eram estranhos uns aos outros, devido a sua especialização, o que gerava um isolamento uma das outras. O autor reitera que, através dessa nova abordagem, independente da área e objetivo de estudo, começou-se a visualizar o todo como um sistema. Araujo (2014, p. 42) conclui que a abordagem sistêmica para a Administração é uma nova forma de pensar sobre a organização a respeito das metas, objetivos, finalidades e a relação entre todas as áreas.

Chiavenato (2011, p. 384 e 385) compara o pensamento da abordagem da Teoria Clássica com o da Teoria dos Sistemas, observando que o primeiro foi influenciado por três princípios intelectuais. O primeiro é o reducionismo, que tem sua base na crença que todas as coisas podem ser divididas e reduzidas a elementos fundamentais de unidades indivisíveis. Outro princípio é o pensamento analítico que é utilizado pelo reducionismo para explicar e compreender as coisas. Por fim, existe o mecanicismo que é a relação simples de causa e efeito entre dois fenômenos. Já a segunda abordagem substitui estes três princípios por três fenômenos. O expansionismo é princípio que sustenta que todo fenômeno faz parte de um fenômeno maior. Já o pensamento sintético explica do fenômeno menor através do papel

desempenhado dentro do sistema maior. A teleologia diz que “a relação causa-efeito não é uma relação determinística ou mecanicista, mas simplesmente probabilística”.

Tachizawa e Scaico (2006, p. 16-18) afirmam que um dos grandes problemas das empresas é que elas mesmo se enxergam setorizadas, segmentadas, o que leva a conflito ou divergências operacionais. Os administradores necessitam enxergar a empresa com um olhar holístico, percebendo as relações de causa e efeito, o início, meio e fim. Em suma, é necessário que seja percebido as interrelações entre recursos captados e os valores obtidos pela empresa. Associado a isso, é verdadeiro o pensamento em que a empresa é um conjunto de partes que interagem entre si, orientadas a um objetivo comum e que são interdependentes e em constante relação com o ambiente externo. O autor conclui que na aplicação da abordagem sistêmica, as organizações passam a se constituir de um conglomerado de pequenas unidades de negócios, como se fossem pequenas empresas, porém dentro do todo maior da organização. Silva (2011, p. 205) contribui com este pensamento afirmando que dentro de um sistema “o que acontece numa das partes vai repercutir nas outras”. Sendo assim, uma empresa pode ser considerada um sistema.

Face a isso, Oliveira (2009, p. 90) relaciona que um sistema deve apresentar alguns componentes básicos. São eles: objetivos, entradas (*inputs*), transformação, saída (*outputs*), controles, e realimentação (*feedback*). Os objetivos são a finalidade do sistema; os *inputs* são os materiais, energia e informações que chegam ao sistema; a transformação é o processamento dos *inputs*; os *outputs* correspondem ao resultado da transformação; os controles verificam se os *outputs* estão de acordo com os objetivos e o *feedback* é a reintrodução de uma saída sob a forma de informação.

Chiavenato (2011, p. 446 e 447) aborda os tipos de sistemas, que podem ser constituídos de sistemas físicos e concretos, além de abstratos e conceituais. Os sistemas físicos são constituídos de coisas reais e podem ser medidos quantitativamente através do seu desempenho. Por sua vez, os sistemas abstratos são compostos por filosofias, ideias e hipóteses. Em relação à natureza, os sistemas podem ser abertos ou fechados. No entanto, Oliveira (2009, p. 91) afirma que os sistemas estão inseridos em um ambiente, que podem ser chamados também de meio ambiente ou meio externo. O “ambiente do sistema é o conjunto de elementos que não pertencem ao sistema, mas qualquer alteração no sistema pode mudar ou alterar os seus elementos e qualquer alteração nos seus elementos pode mudar ou alterar o sistema”.

Martinelli, et al. (2012, p. 18) define sistema fechado como aquele que não estabelece nenhuma espécie de troca com o ambiente. Por outro lado, os sistemas abertos “estabelecem trocas com o ambiente e, por meio de processos internos, conseguem buscar a sinergia” e sua principal característica é a sua adaptabilidade. Araujo (2014, p. 44) contribui ao afirmar que uma organização de sistema fechado “não considera ou desconhece a variável ambiental”. Em sentido contrário, Chiavenato (2011, p. 446) considera que “não existem sistemas fechados na acepção exata do termo”.

Coltro (2015, p. 41) considera que a contribuição da TGS para os administradores é a consistência de uma visão funcional/operacional da organização. Através dos parâmetros de análise e pensamento sistêmico, incluindo os subsistemas internos e externos, é possível analisar a dinâmica organizacional. Porém a TGS não fornece meios ou explicações de como a organização deve ser gerenciada. Em contrapartida, Oliveira (2009, p. 92) destaca os Sistemas de Informações Gerenciais (SIG) como “o processo de transformação de dados em informações que são utilizadas na estrutura decisória da organização, proporcionando, ainda, a sustentação administrativa para otimizar os resultados esperados”.

Para Oliveira (2009, p. 95), as principais críticas à TGS dizem respeito à dificuldade de aplicação na prática apesar de apresentar uma lógica, e à falta de distinção entre os fatores de influência na organização, o que se torna possível somente na administração estratégica com a aplicação de cenários. Também podem existir inverdades nas premissas e nem sempre as organizações procuram o equilíbrio, levando em consideração que se busca por inovação e melhorias.

2.2.5.1 Cibernética

Martinelli, et al. (2012, p. 11 e 12) evidencia que o termo “cibernética” tem sua origem etimológica na palavra grega *kubernetes*, que significa timoneiro ou piloto, regulador ou governador. Chiavenato (2011, p. 389) acrescenta que remete à “arte de governar navios”. Wiener (1954, p. 16) traz a definição como comunicação e controle, adicionando que o propósito da cibernética é desenvolver uma linguagem e técnicas que auxiliem na resolução dos problemas de controle e comunicação através das descobertas de técnicas adequadas para entender as manifestações específicas

através de conceitos. Chiavenato (2011, p. 388) alega que após, esse termo foi assimilado pela Tecnologia da Informação (TI). Filho (2007, p. 137) acrescenta que o surgimento da cibernética e a sua aplicação como ciência associa-se com os trabalhos de Norbert Wiener (1894-1964), quando este ficou encarregado durante a “II Guerra Mundial para resolver os problemas de controle automático da direção de tiros na artilharia antiaérea”.

De acordo com Chiavenato (2011, p. 388), a cibernética é considerada uma ciência interdisciplinar, com a capacidade de interligar múltiplas ciências e preencher o espaço vazio entre elas a fim de que fosse possível cada uma delas utilizar o conhecimento uma das outras. Um dos seus propósitos é a sinergia. Portanto a ideia principal da cibernética é juntar e não separar, considerando que o mundo não é separado por ciências e fronteiras bem definidas entre cada uma delas. Apesar de o ser humano ter dividido entre especialidades, elas servem para abordar as mesmas realidades, sendo que a fronteira entre elas ocasiona espaços vazios, considerados como as áreas brancas do conhecimento. Ashby (1970, p. 5) destaca que uma das virtudes da cibernética é “oferecer um conjunto de conceitos que, por apresentarem correspondências exatas com cada ramo da ciência, podem ser postos em exata correlação uns com os outros”. A segunda virtude é que “ela oferece um método para o tratamento científico do sistema em que a complexidade é saliente e demasiado importante para ser ignorada.

Chiavenato (2011, p. 388 e 389, 399) observa que o computador tem sua origem na cibernética, pois foi necessário unificar diversas áreas do conhecimento, tais como a matemática, engenharia, medicina, eletrônica, física, neurologia, entre outros. Tal esforço foi necessário para “a construção de uma máquina complexa que teria o funcionamento parecido com o cérebro humano: o cérebro eletrônico”. O primeiro computador criado era uma máquina gigantesca, com válvulas e circuitos complicados. A máquina era “burra” e precisava ser previamente programada para poder funcionar, feita de *hardware* e *software*. Através destes estudos surge um novo termo, a Inteligência Artificial (IA), que por sua vez significa que máquinas e computadores devem comportar-se como humanos. Após, surgiram os *mainframes* (computadores para o uso corporativo). Em 1975 surgem os computadores pessoais (PC *Personal Computer*) que por sua vez popularizam o computador e a informática em larga escala.

2.2.5.2 Teoria da informação

Chiavenato (2011, p. 396-398) relata que a teoria da informação tem seu surgimento através dos estudos de Claude E. Shannon e Warren Weaver. A teoria tem por base o método de quantificar a informação através de resultados da física estatística. O autor relaciona o conceito de informação popular com o conceito científico e afirma que ambos indicam que informação está relacionado ao processo de redução da incerteza. Porém ao se falar de informação é necessário entender os conceitos de dado, informação e comunicação.

- a) Dado: é um registro ou anotação a respeito de um evento;
- b) Informação: é um conjunto de dados que foram processados e possuem um significado no processo de redução da incerteza;
- c) Comunicação: consiste no envio de uma mensagem pelo emissor ao receptor; tendo o receptor recebido e decodificado.

O sistema de comunicação que a Teoria da Informação trata é composta por seis componentes, a saber:

- a) Fonte: é aquilo ou aquele que envia a mensagem através do sistema;
- b) Transmissor: é aquele que opera a mensagem, codificando o que foi enviado pela fonte a fim de poder transmiti-la para o canal;
- c) Canal: é o espaço entre o transmissor e o receptor;
- d) Receptor: é “o processo que recebe a mensagem no canal”;
- e) Destino: “é a pessoa, coisa ou processo a quem é destinada a mensagem no ponto final do sistema de comunicação”;
- f) Ruído: são perturbações que tem a tendência de prejudicar, deturpar ou alterar a mensagem enviada.

Rezende (2003, p. 41) acrescenta que os dados são transformados em informações, e por sua vez as informações são transformadas em conhecimento.

2.2.6 Abordagem Contingencial

Chiavenato (2011, p. 468) afirma que o termo “contingência” representa algo eventual, que pode ocorrer ou não, pois depende das circunstâncias. Não se pode afirmar que algo é verdadeiro ou falso sem antes que se tenha conhecimento através da experiência e evidência. Portanto, é possível afirmar que não existe apenas um

único modelo de organização, pois como o ambiente é variável a forma de administrar também o deve ser.

Abrantes (2012, p. 8) relata que os estudos a respeito da abordagem contingencial têm início nos anos de 1960. Neto (2010, p. 224 e 225) contribui ao declarar que, a teoria das contingências é uma evolução da teoria dos sistemas, pois passa a analisar variáveis externas a respeito das empresas. Para Chiavenato (2011, p. 468-470), através dessa nova abordagem, marca-se um novo período para a teoria organizacional.

Em resumo, Chiavenato (2011, p. 478 e 479) conclui que para a Teoria da Contingência, os princípios gerais da administração não são absolutos e que as organizações devem adequar-se constantemente devido a sua interação com o ambiente externo e a tecnologia empregada por elas. Desta forma, não existe uma melhor maneira de organizar, como conhecido o “*the best way*”, mas sim que a empresa que melhor se adequa às exigências do ambiente externo obterá maior sucesso.

A essa abordagem é atribuída diversos autores, como destaca Chiavenato (2011, p. 470 e 471), entre os principais estão: Joan Woodward, Tom Burns e G. M. Stalker, Alfred Chandler Jr., Lawrence e Lorsch. Ainda Motta (1976, p. 11) acrescenta os estudos do grupo de Aston.

Joan Woodward (1916-1971) foi uma socióloga industrial e integrou o grupo de pesquisas do South Essex (Inglaterra). Seu estudo baseou-se nas relações entre a aplicação das teorias administrativas com o sucesso obtido por elas (CHIAVENATO, 2012, p. 479). A sua pesquisa junto a mais de 100 empresas, levou a conclusão de que a tecnologia influenciava fortemente as características e mais especificamente a estrutura organizacional e que “as empresas mais bem-sucedidas foram aquelas que adaptaram sua estrutura organizacional à tecnologia” (NETO, 2010, p. 246). De forma semelhante, Clegg, Kornberger e Pitsis (2011, p. 520) afirmam que “Woodward identificou a relação entre tecnologia e organizações como uma relação contingencial”. Os autores também acrescentam que Woodward não se baseou apenas no conceito de tecnologia à maquinaria, mas também associou tecnologia ao conhecimento e habilidades necessárias para que a tecnologia funcione.

“Na pesquisa de Woodward, a tecnologia é uma contingência crucial, porque permite que construa uma narrativa detalhada acerca da natureza de estruturação organizacional e de tomada de decisão” (CLEGG, KORNBERGER e PITSIS, 2011).

Em sentido contrário ao estudo de Woodward, de acordo com Ribeiro (2016, p. 155 e 156), Burns e Stalker concentraram seus estudos para estudar a relação entre práticas administrativas e o ambiente externo. Através dos seus estudos, foi possível estabelecer dois tipos de estruturas: a estrutura mecanicista e estrutura orgânica. O tipo de estrutura mecanicista está ligado às teorias da Escola Clássica, enquanto a estrutura orgânica é relacionada às teorias das Relações Humanas e do Comportamento Humano.

Sendo assim, Chiavenato (2011, p. 477) destaca que a conclusão do estudo de Burns e Stalker é que a estrutura mecanicista é melhor apropriada às condições de ambiente estável, em contrapartida a estrutura orgânica se aplica melhor às condições onde o ambiente exige mudanças e inovação. O autor ainda acrescenta que, embora cada estrutura é melhor aplicada em um tipo de ambiente, há um imperativo de que o que determina o tipo de estrutura e o funcionamento das organizações é o ambiente externo.

Chandler, professor do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), também contribuiu com a Teoria das Contingências. Seu estudo, de acordo com Ribeiro (2016, p. 154), se baseou na comparação em quatro grandes empresas americanas (*General Motors, Standard Oil Co., Du Pont e Sears Roebuck Co.*), onde o pesquisador propôs demonstrar que as estruturas das empresas sofrem continuamente adaptações de suas estruturas, a fim de adequar-se à estratégia empregada, chegando à conclusão de que a estrutura organizacional é influenciada pela estratégia de mercado adotada.

Dessa forma, Ribeiro (2016, p. 155) conclui que, são as mudanças do ambiente que moldam as Estruturas Organizacionais. Essas mudanças são as definidoras das estratégias, ou então, a definição da aplicação de uma nova estratégia, e através destas estratégias é definido o tipo de estrutura que deve ser adotada.

No entanto, Chiavenato (2011, p. 477 e 478) explica que a pesquisa que determinou o nome de “Teoria da Contingência” foi o estudo de Lawrence e Lorsch. A pesquisa conclui que “os problemas organizacionais básicos são a diferenciação e a integração”. Tem-se por definição:

a) Diferenciação é a divisão da empresa em subsistemas, onde cada um desses se torna especialista nas suas tarefas e está envolvido em um ambiente externo também especialista;

b) Integração é o oposto da diferenciação, onde o processo interno sofre pressões no ambiente organizacional para que todos os subsistemas se unam e estejam coordenados uns com os outros.

A partir dos resultados destes estudos, Ribeiro (2016, p. 154) destaca que, para Lawrence e Lorsch, “a visão sistêmica, preconiza que a empresa deve se organizar conforme a tarefa a realizar e que a ação se subordinará à situação, ou seja, à contingência”.

O grupo de estudos de Aston é assim denominado por ter sido realizado na Universidade de Aston, cidade de Birmingham na Inglaterra. De acordo com Fagundes *et al.* (2010, p. 55 e 56), o grupo de estudo pretendeu dar continuidade nos estudos de Woodward. A pesquisa desse grupo tem como princípio relacionar o tamanho das empresas com as suas estruturas, por base da inspiração dos estudos da burocracia ideal definida anteriormente por Max Weber. Bastos (2011) evidencia que o grupo entendeu que o que deveriam tratar era o que deveria ser feito e não o que era feito de fato na organização. Para Rodrigues e Sá (1984, p. 158), o estudo de Aston influenciou grandemente as ideias e pesquisas a respeito da teoria organizacional, não só pela introdução de uma visão multidimensional da burocracia, mas também por utilizar-se de uma metodologia que tornou “viável a comparação de organizações com fins e produtos diferentes e, posteriormente, por possibilitar a comparação de organizações através de diferentes culturas”.

Fagundes *et al.* (2010, p. 56) destacam que a conclusão dos estudos do grupo de Aston é que para empresas pequenas a necessidade de formalização é menor, mas à medida que a empresa vai evoluindo em proporção, também deve evoluir a sua formalização.

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. O autor destaca que a primeira revolução da informação é a invenção da escrita na região da Mesopotâmia; a segunda revolução é preconizada pela invenção do papel pelos chineses e a invenção do livro escrito; a terceira se dá pela invenção do prelo por Gutemberg na Alemanha, através da impressão do primeiro livro da era moderna em 1457 através dos tipos móveis e tinta com capacidade de se fixar no papel. 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.

Chiavenato (2011, p. 400-402) argumenta que a tecnologia passou a ser a principal ferramenta para uso do homem. Diferentemente da Primeira e Segunda Revolução Industrial, onde o seu uso era dominador e desumano, na era da informação a tecnologia torna-se servil e escrava. Através dela é possível guardar, recuperar, processar, divulgar e propagar a informação. Desta forma, as coisas tendem a mudar rapidamente. Para o autor, através da Cibernética, foi possível construir os sistemas de computadores. Associado a isso, a Informática, que é um dos fundamentos para o tratamento da informação, no mundo dos negócios a tecnologia tem o mesmo conceito, e são percebidas nas empresas como Centro de Processamento de Dados, ou CPD. As consequências mais percebidas da informática nas empresas são:

- a) Automação: melhor combinação dos meios para um processamento de contínuo e automático, ou seja, uma ultramecanização;
- b) Tecnologia da Informação (TI): convergência do computador com a televisão e as telecomunicações;
- c) Sistemas de Informação Gerenciais (SIG): sistemas de computadores que proporcionam a informação como matéria prima para a facilitar a tomada de decisão.

Mesmo ainda durante a Segunda Revolução, já foi possível ver os computadores entrarem em cena. A partir da aplicação conjunta e melhor entendimento da Abordagem Sistêmica e a Contingencial, Fedele (2010, p. 3 e 4), destaca a evolução da fabricação dos computadores, desde 1931 com a construção

do primeiro computador analógico pela *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), até 1954 com o maior sucesso de vendas, o IBM 650, onde de acordo com a *International Business Machines* (IBM) o seu uso era para o cálculo das comissões de pessoal de vendas de seguros, análise de pesquisa de mercado, processamento de folha de pagamento, projeto de mísseis, faturamento do cliente para um utilitário, projeto de refinaria de petróleo e cálculos de engenharia, análises de testes de voo feitos por aeronaves supersônicas, cálculos atuariais e contabilidade centralizada da filial. 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. De acordo com Santos e Júnior (2015, p. 11), a palavra Robô tem sua origem na palavra tcheca *robota*. Foi o escritor Karel Čapek (1890-1938) inseriu o termo em utilização na sua peça teatral *Rossum's Universal Robots*. A tradução de *robota* é “trabalhador escravo”, ou também pode significar “trabalhador humilde”. Chiavenato (2014, p. 424) acrescenta que segundo o Instituto Americano de Robótica, robô é “um manipulador reprogramável e multifuncional, projetado para movimentar ferramentas, operar dispositivos, transportar materiais, por meio de movimentos variáveis, para execução de um conjunto diversificado de tarefas”. 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. Os robôs inteligentes, através de seus sensores que captam informações do ambiente, são capazes de comparar o desconhecido com experiências passadas e armazenadas, aprendendo constantemente, e possível planejamento de futuro. Para Santos e Júnior (2015, p. 11 e 12), o robô, de certa forma, acaba por substituir o homem em diversas atividades como em “situações de insalubridade, risco de vida, ou simplesmente em tarefas entediadas” e repetitivas. Apesar das manifestações contrárias, os robôs têm sido usados principalmente na área industrial. Chiavenato (2014, p. 424) ainda reitera que “a primeira revolução industrial introduziu as máquinas; a segunda levou a eletrônica às fábricas; e a terceira deslocou o homem destas, provocando profundas

mudanças nas técnicas industriais, nos níveis de produtividade e nos custos de produção”. Ele ainda ousa ao afirmar que “as organizações do futuro exigirão uma força de trabalho com alto grau de capacidade intelectual, ficando a habilidade manual relegada a um papel menos relevante no processo produtivo”.

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. Comer (2016, p. 17-22) evidencia que a criação da *Internet* deu-se através de um projeto da Agência de Projetos de Pesquisa Avançada dos Estados Unidos (ARPA, *Advanced Research Projects Agency*).

O problema a ser resolvido por esse projeto era que cada unidade de pesquisa demandava um computador de última geração. Devido ao custo elevado e baixo orçamento, a Agência investigou a ligação dos dados em rede. Foi disponibilizado um computador por grupo e através de um *software*, o pesquisador poderia utilizar o computador mais adequado. A ARPA contratou profissionais e empreiteiras e denominou o projeto de ARPANET. Através dessa pesquisa foi desenvolvida a revolucionária *Internet*. O projeto deu enfoque na “comutação de pacotes, que é a base para a rede de dados e a *Internet*”. O autor evidencia que a ARPANET financiou a pesquisa a respeito da *Internet*.

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.

Para o autor, “a disponibilidade de tecnologias de comunicação e computadores de alta velocidade mudou o foco da *Internet* de compartilhamento de recursos para comunicação de propósito geral” e “o uso da *Internet* tem mudado e hoje ela não é utilizada apenas para a transferência de documentos textuais estáticos,

mas também para a transferência de conteúdo multimídia de alta qualidade”. As últimas tendências de uso da *Internet* nas comunicações são:

- a) Transição do Sistema Telefônico Analógico para o Digital através de VOIP (*Voice Over IP*);
- b) Transição do Sistema de TV a Cabo Analógico para o Digital através de IP (*Internet Protocol*);
- c) Disponibilização de sinal digital aos celulares, migrando do analógico para o 4G;
- d) *Internet* via cabeamento para sem fio (*WI-FI*);
- e) O acesso aos dados ao invés de centralizado para distribuído através das aplicações P2P (*Peer to Peer*).

Mesmo que a tecnologia continue a mesma, a *Internet* tem o poder de mudar suas aplicações constantemente como, por exemplo, a rede social, redes de sensores, teleconferência e sistemas de banco e pagamentos *on-line*.

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 XI, 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. A evolução da máquina é constante e está se tornando mais sofisticadas e integradas. No entanto, a Quarta Revolução não é apenas sobre sistemas e máquinas inteligentes interconectados, mas também descobertas simultâneas em outras áreas que vão desde o sequenciamento genético à nanotecnologia, energias renováveis e computação quântica. 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. Os autores destacam duas características principais da segunda era da máquina. A primeira é a melhoria exponencial na computação, tecnologias da informação, armazenamento de dados e o desenvolvimento de *softwares*, a segunda característica é a natureza digital das principais tecnologias. 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. As novas tecnologias propiciam a cada dia um novo mundo de oportunidades, o que por vezes dificulta o entendimento de como usá-las. Essa falta de compreensão do uso dessas tecnologias acaba por tornar o humano refém, apesar de que o principal objetivo é que a tecnologia e o humano possam se complementar. 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.

Devido às mudanças tecnológicas, existe uma megatendência onde todas as tecnologias e inovações comumente utilizam a capacidade de disseminação da digitalização e da Tecnologia da Informação. Pode-se dividir em três categorias os avanços tecnológicos, a saber: física, digital e biológica. 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).

A Fundação Instituto de Administração (2018), destaca os seis princípios da indústria 4.0:

- a) Tempo real: coleta e tratamento de dados instantânea, permitindo a decisão a tomada de decisão rápida;
- b) Virtualização: possibilidade de rastrear e monitorar todos os processos devido à sensores instalados em toda planta fabril;
- c) Descentralização: é a tomada de decisão feita pela máquina devido a sua capacidade de auto ajustar-se, avaliando a necessidade da fábrica em tempo real;
- d) Orientação a serviços: conceito utilizado para definir os *softwares* oferecidos como soluções de serviços;
- e) Modularidade: conforme a demanda da fábrica é possível acoplar e desacoplar módulos, oferecendo flexibilidade na alternância de tarefas;
- f) Interoperabilidade: é a comunicação entre sistemas e máquinas entre si.

2.4.1 As Tecnologias da Indústria 4.0

Neste tópico serão apresentados algumas das tecnologias advindas 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”. Por outro lado, o autor destaca que os cientistas da computação preferem uma definição mais abrangente onde a IA é o estudo de como fazer com que computadores realizem tarefas onde ainda hoje os humanos podem fazer melhor. 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”. As definições entre IA Forte e Fraca, por sua vez não podem ser confundidos com métodos fortes ou fracos, uma vez que os métodos fracos se utilizam da lógica, raciocínio automatizado e outras estruturas gerais permitindo resolver diversos problemas, mas sem gerar conhecimento. Já a utilização dos métodos fortes depende principalmente de sólidos conhecimentos sobre o mundo e os problemas a serem enfrentados.

João (2014, p. 32) destaca a utilização da IA nos campos:

- a) Da Resolução de problemas, sendo a aplicação de *softwares* que cobrem um vasto tipo de problemas, desde jogos à estratégia militar;
- b) Das Linguagens naturais sendo esta utilização de *softwares* que transformam o comando humano em linguagem de computador, uma vez que dessa forma o computador decodifica a mensagem.
- c) Sistemas Especialistas são programas que são capazes de imitar o processo de decisão humano em uma especialidade;
- d) Robótica é a área de estudo dentro da IA onde o foco são as máquinas que são capazes de se mover e relacionar com objetos da mesma maneira que os humanos.

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:

- a) Redução de custo, onde o investimento no *software* retorna em poucos meses;
- b) Melhora a qualidade ao eliminar processos repetitivos aos trabalhadores do escritório;
- c) Melhora a produtividade, uma vez que a inteligência digital pode trabalhar 24 horas e 7 dias por semana;
- d) Reduz a rotatividade de pessoal já que os funcionários estarão mais engajados e utilizando a sua própria inteligência para aquilo que realmente a máquina não pode fazer sozinha.

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. O foco é a análise preditiva, conhecida como *data-driven*, pois pode ajudar as empresas a se “aprofundar no compromisso com os clientes, otimizar processos e reduzir custos operacionais”.

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.

Schwab (2016, p. 133) destaca os impactos positivos da utilização da *Big Data Analytics*:

- a) Decisões melhores e mais rápidas;
- b) Mais tomada de decisões em tempo real;
- c) Dados abertos para a inovação;
- d) Redução de custos;
- e) Novas categorias de trabalho.

Por outro, lado os impactos negativos são:

- a) Perdas de trabalho;
- b) Preocupações com a privacidade;
- c) Confiança (como confiar nos 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. Ainda, segundo os autores, “a função da computação em nuvem é cortar custos operacionais”.

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”.

Taurion (2009, p. 2), destaca quatro características principais sobre a Computação em Nuvem:

- a) Cria uma ilusão tudo está sempre disponível;
- b) Reduz custos e de “adquirir e provisionar recursos antecipados”;
- c) Oferece elasticidade, uma vez que as empresas podem utilizar os recursos na quantidade que forem necessários, o que ocasiona na redução ou aumento da capacidade computacional dinamicamente;
- d) O pagamento de serviços é feito de acordo com a quantidade de recursos utilizados, ou seja, pagar por uso, ou em termos mais conhecidos *pay-per-view*.

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.

A Voz da Indústria (2018) destaca que a Indústria 4.0 propõe mudanças na forma de gerenciar as operações dando início a “novos modelos de negócios que modificarão a entrega de resultados para os clientes”.

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”.

Quanto aos impactos negativos, A Voz da Indústria (2018) observa que quanto mais conectada a empresa está, mais susceptível a ciberataques e à espionagem industrial ela estará. Em relação a isso Schwab (2016, p. 59), argumenta que será necessário as empresas investir pesadamente em sistemas cibernéticos e de segurança de dados” a fim de evitar “a interrupção direta, causada por criminosos, ativistas ou falhas não intencionais da infraestrutura digital”.

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*).

A Voz da Indústria (2018) também elenca os cinco principais desafios, a seguir:

- a) Falta de conhecimento;
- b) Alto custo de implantação;
- c) Qualificação dos funcionários;
- d) Ausência de infraestrutura e incentivos;
- e) Inexperiência no processo de transição.

De modo semelhante Santos (2018, p. 119 a 121), acrescenta outros desafios:

- a) Segurança e proteção digital;
- b) Padronização;
- c) Organização do trabalho;
- d) Capacidade cognitiva;
- e) Adaptação das pequenas e médias empresas.

3 METODOLOGIA

Este capítulo expõe o método, o universo, a amostra, o processo de amostragem e a origem do instrumento pesquisa sugerido para a continuidade do estudo.

3.1 MÉTODO

Com base no problema de pesquisa e nos objetivos propostos, o método de pesquisa a ser utilizado neste estudo pode ser identificado como sendo de natureza quantitativo-descritiva, com o uso de um levantamento, ou seja, uma pesquisa do tipo *survey* (HAIR, BLACK, *et al.*, 2005)

Gil (1995) afirma que uma pesquisa *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.

3.2 AMOSTRAGEM

Del-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 concentra-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); é um subconjunto do universo”. Para tanto, esta pesquisa utilizou 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 do universo 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 *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 e população em geral que responderam o instrumento de forma *online*.

3.3 INSTRUMENTO DE PESQUISA SUGERIDO

A pesquisa utilizou 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 instrumento de pesquisa, disponível no Apêndice A, sugerido para a continuidade da pesquisa é adaptado do questionário utilizado por Azevedo (2017, p. 151-165) em seu estudo no qual o objetivo principal foi a compreensão “dos impactos da transformação digital para a indústria e melhorar a atual arquitetura existente para uma nova plataforma”.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados foram trabalhados através do software Excel 2019, onde por sua forma de trabalho com tabelas dinâmicas foram possíveis cruzar os dados e obter o resultado da pesquisa, que está apresentado no capítulo 4.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta pesquisa teve como objetivo coletar dados através do formulário de pesquisa, ao qual se encontra ao final deste trabalho, identificado como Apêndice A, com perguntas estruturadas de forma a identificar seis objetivos principais dos respondentes, sendo eles: Dados básicos do respondente; Dados sobre a empresa onde trabalha; Grau de envolvimento e conhecimento a respeito das tecnologias advindas da indústria 4.0; Conhecimento a respeito de tecnologia específica denominada RPA e sua possível aplicação no ambiente de trabalho; Quais as expectativas no que tange a formação profissional e percepções referente ao conhecimento aplicado aos alunos através das instituições de ensino.

Os resultados foram analisados em função dos objetivos específicos, deste estudo, além da caracterização da amostra. O total de respondentes foram 163, no entanto, o fato de três respondentes não completarem todas as assertivas, estes foram descartados, restando 160 respondentes aptos para análise.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESPONDENTES

Para o objetivo 01, sendo ele a caracterização dos respondentes, seguem os resultados e discussões:

Tabela 1 - Faixa etária dos respondentes

| Faixa etária | Quantidade | Percentual (%) |
|---------------------|-------------------|-----------------------|
| De 18 a 24 | 69 | 43% |
| De 25 a 30 | 52 | 33% |
| De 31 a 40 | 30 | 19% |
| De 41 a 50 | 5 | 3% |
| De 51 a 60 | 3 | 2% |
| De 61 a 70 | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Para o objetivo 01, em relação a amostra, constatou-se que houve uma grande participação, quase que majoritariamente da faixa etária dos 18 a 24 anos representando 43% da amostra e diminuindo gradativamente onde a menor

participação é da faixa etária dos 61 a 70 com 1%, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 2 - Sexo dos respondentes

| Sexo | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Masculino | 82 | 51% |
| Feminino | 77 | 48% |
| Prefiro não dizer | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Verificou-se também que em relação ao sexo dos respondentes, o público masculino obteve participação de 51%, público feminino 48% e 1% preferiu não responder. Assim, o público respondente foi praticamente homogêneo.

Tabela 3 - Grau de Ensino por Sexo

| Nível de Ensino | Total | % Total | F | % F | M | % M | P | %P |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------|------------|
| Superior em Andamento | 122 | 76% | 56 | 73% | 65 | 79% | 1 | 100% |
| Superior Incompleto | 16 | 10% | 10 | 13% | 6 | 7% | 0 | 0% |
| Superior Completo | 8 | 5% | 5 | 6% | 3 | 4% | 0 | 0% |
| Médio Completo | 3 | 2% | 1 | 1% | 2 | 2% | 0 | 0% |
| Mestrado Completo | 3 | 2% | 2 | 3% | 1 | 1% | 0 | 0% |
| Pós-Graduação Completo | 3 | 2% | 2 | 3% | 1 | 1% | 0 | 0% |
| Doutorado em Andamento | 2 | 1% | 0 | 0% | 2 | 2% | 0 | 0% |
| Médio em Andamento | 1 | 1% | 0 | 0% | 1 | 1% | 0 | 0% |
| Mestrado em Andamento | 1 | 1% | 0 | 0% | 1 | 1% | 0 | 0% |
| Pós-Graduação em Andamento | 1 | 1% | 1 | 1% | 0 | 0% | 1 | 0% |
| Total Geral | 160 | 100% | 77 | 100% | 82 | 100% | 1 | 100 |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Quanto ao grau de instrução, 76% está em andamento o curso superior. Considerando o sexo em relação ao grau de instrução, o público feminino está com

um percentual maior de superior em andamento com 79%, do que o público masculino com 73% como é constatado na Tabela 3.

4.2 CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA

Para o objetivo 02, sendo ele a caracterização da empresa em que os respondentes trabalham, seguem os resultados e discussões:

Tabela 4 - Origem Principal do Capital da Empresa

| Origem Empresa | Total | Percentual (%) |
|------------------------|--------------|-----------------------|
| Nacional | 137 | 86% |
| Nacional e Estrangeiro | 15 | 9% |
| Estrangeiro | 4 | 3% |
| Não sei dizer | 4 | 3% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Para o objetivo 02, identificou-se na Tabela 4 que as empresas, em que trabalham os respondentes, são majoritariamente o 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.

Tabela 5 - Tamanho da Empresa em Funcionários

| Nº de Funcionários | Quantidade | Percentual (%) |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|
| até 100 | 87 | 54% |
| acima de 1001 | 35 | 22% |
| de 101 a 500 | 27 | 17% |
| de 501 a 1000 | 11 | 7% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Quanto ao resultado da Tabela 5, no que tange 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.

Tabela 6 - Ramo de Atividade

| Ramo | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Indústria | 59 | 37% |
| Comércio | 31 | 19% |
| Serviços | 25 | 16% |
| Financeiro | 10 | 6% |
| Logística | 10 | 6% |
| Educação | 7 | 4% |
| Saúde | 6 | 4% |
| Varejo | 4 | 3% |
| Comunicação | 3 | 2% |
| Imobiliário | 2 | 1% |
| Tecnologia | 2 | 1% |
| Transporte | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Na Tabela 6 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.

Tabela 7 - Empresas com RPA Aplicado

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Não | 92 | 58% |
| Não sei dizer | 45 | 28% |
| Sim | 23 | 14% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

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, como pode ser verificado na Tabela 7.

Tabela 8 - Conhecimento e Aplicação de Software Robô

| Ramo | Total | Não | % Não | Não sei | % Não sei | Sim | % Sim |
|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Logística | 10 | 4 | 40% | 3 | 30% | 3 | 30% |
| Varejo | 4 | 1 | 25% | 2 | 50% | 1 | 25% |
| Indústria | 59 | 29 | 49% | 17 | 29% | 13 | 22% |
| Financeiro | 10 | 6 | 60% | 2 | 20% | 2 | 20% |
| Saúde | 6 | 2 | 33% | 3 | 50% | 1 | 17% |
| Comércio | 31 | 22 | 71% | 7 | 23% | 2 | 6% |
| Serviços | 25 | 18 | 72% | 6 | 24% | 1 | 4% |
| Comunicação | 3 | 1 | 33% | 2 | 67% | 0 | 0% |
| Educação | 7 | 4 | 57% | 3 | 43% | 0 | 0% |
| Imobiliário | 2 | 2 | 100% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Tecnologia | 2 | 2 | 100% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Transporte | 1 | 1 | 100% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Total Geral | 160 | 92 | 58% | 45 | 28% | 23 | 14% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Ainda comparando a aplicação de *software* RPA em relação ao ramo de mercado das empresas na Tabela 8, 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.

Tabela 9 - Conhecimento do Software Aplicado

| Nome do software em operação | Quantidade | Percentual (%) |
|------------------------------|------------|----------------|
| Não sei dizer | 15 | 65% |
| Informaram o nome | 8 | 35% |
| Total Geral | 23 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Na Tabela 9 verifica-se 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*.

4.3 GRAU DE ENVOLVIMENTO E CONHECIMENTO SOBRE INDÚSTRIA 4.0

Para o objetivo 03, os resultados obtidos verificam o envolvimento e conhecimento a respeito da indústria 4.0 e suas tecnologias. Seguem os resultados e discussões:

Tabela 10 - Familiarização com as Tecnologias da Indústria 4.0

| Opções | Qtd | Percentual (%) |
|--------------------|------------|----------------|
| Não | 93 | 58% |
| Sim | 67 | 42% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 11 - Familiarização com as Tecnologias da Indústria 4.0 por Sexo

| Sexo | Não | % Não | Sim | % Sim |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Masculino | 42 | 52% | 40 | 48% |
| Feminino | 50 | 75% | 27 | 35% |
| Prefiro não dizer | 1 | 1% | | 0% |
| Total Geral | 93 | 100% | 67 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 12 - Percentual de Respostas do número de formas que está se envolvendo com a Indústria 4.0

| Respostas | Quantidade | Percentual (%) |
|---------------------|------------|----------------|
| Não estou envolvido | 76 | 48% |
| 1 Forma | 48 | 30% |
| 2 Formas | 36 | 23% |
| Total | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 13 - Forma de Envolvimento com a Indústria 4.0

| Forma de Envolvimento | R. 1 | R. 2 | Total | % Total |
|-----------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|
| Obtendo informação | 78 | 0 | 78 | 65% |
| Colocando os conceitos em prática | 1 | 24 | 25 | 21% |
| Envolvido em pesquisa | 5 | 12 | 17 | 14% |
| Total | 84 | 36 | 120 | 100% |

R.1 Resposta e R.2 Resposta 2. Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 14 - Número de tecnologias advindas com a Indústria 4.0, até 3 respostas

| Respostas | Total | Percentual (%) |
|--------------|------------|----------------|
| 3 Respostas | 92 | 58% |
| 2 Respostas | 36 | 23% |
| 1 Resposta | 25 | 16% |
| Nenhum Acima | 7 | 4% |
| Total | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 15 - Tecnologias Mais Conhecidas da Indústria 4.0

| Tecnologias | R. 1 | R. 2 | R. 3 | Total | Percentual |
|---|------------|------------|-----------|------------|-------------|
| IA - Inteligência Artificial | 117 | 0 | 0 | 117 | 31% |
| Computação na Nuvem | 22 | 59 | 10 | 91 | 24% |
| <i>BI - Business Intelligence</i> | 3 | 20 | 30 | 53 | 14% |
| <i>Big Data Analytics</i> | 1 | 17 | 19 | 37 | 10% |
| <i>RPA - Robotic Process Automation</i> | 7 | 29 | 0 | 36 | 10% |
| <i>IoT - Internet das Coisas</i> | 1 | 2 | 24 | 27 | 7% |
| Manufatura Aditiva | 1 | 1 | 4 | 6 | 2% |
| Biologia Sintética | 0 | 0 | 4 | 4 | 1% |
| CPS - Sistemas Ciber Físicos | 1 | 0 | 1 | 2 | 1% |
| Total | 153 | 128 | 92 | 373 | 100% |

R.1 Resposta, R.2 Resposta 2 e R.3 Resposta 3. Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 16 - Grau de Complexidade em relação à implantação dos conceitos da Indústria 4.0

| Complexidade | Quantidade | Percentual |
|--------------------|------------|-------------|
| Alta | 63 | 39% |
| Média | 59 | 37% |
| Muito Alta | 25 | 16% |
| Baixa | 11 | 7% |
| Baixíssima | 2 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 17 - Grau de Importância da indústria 4.0 para a Competitividade

| Importância | Quantidade | Percentual |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Muito Alta | 76 | 48% |
| Alta | 52 | 32% |
| Média | 28 | 17% |
| Baixa | 3 | 2% |
| Baixíssima | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Análise da relação aos desafios relacionados à implementação das tecnologias da indústria 4.0 de acordo com sua importância e complexidade sendo 1 a menor e 7 maior complexidade.

Tabela 18 - Complexidade da Aplicação Quanto a Padronização

| Complexidade de Aplicação | Quantidade | Percentual (%) |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 6 | 41 | 26% |
| 5 | 39 | 24% |
| 4 | 35 | 22% |
| 7 | 35 | 22% |
| 3 | 7 | 4% |
| 2 | 3 | 2% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 19 - Complexidade de Mudança do modelo tradicional para um novo modelo de negócio

| Complexidade de Mudança | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 6 | 52 | 33% |
| 7 | 39 | 24% |
| 5 | 31 | 19% |
| 4 | 25 | 16% |
| 3 | 12 | 8% |
| 2 | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 20 - Falta de Mão de Obra Qualificada

| Complexidade de Mão de Obra | Quantidade | Percentual (%) |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 7 | 42 | 26% |
| 6 | 37 | 23% |
| 4 | 31 | 19% |
| 5 | 27 | 17% |
| 3 | 16 | 10% |
| 2 | 6 | 4% |
| 1 | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Para o objetivo 03, é constatado na Tabela 10 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, na Tabela 11 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.

No que se refere ao envolvimento, a Tabela 12 demonstra que 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, como é observado na Tabela 13.

Em relação às tecnologias que são mais conhecidas, mesmo que se tenha ao menos ouvido a respeito dela, sem um conhecimento aprofundado sobre, a Tabela 14 demonstra que 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. Na tabela seguinte, Tabela 15, é demonstrado que 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%.

Observa-se ainda que na Tabela 16, 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 como pode ser observado na Tabela 17.

As tabelas 18, 19 e 20, abrange a percepção da complexidade quanto às mudanças necessárias para a aplicação. No que tange 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.

4.4 CONCEITUAÇÃO E ADEQUAÇÃO À INDÚSTRIA 4.0

Para o objetivo 04, o resultado obtido serve de base para compreender se há entendimento quanto a conceituação e a adequação das empresas caxienses quanto à indústria 4.0. Seguem os resultados e discussões:

Tabela 21 - Benefícios e necessidades que a Indústria 4.0 trará para a cidade

| Alternativas | Quantidade | Percentual (%) |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Concordo totalmente | 74 | 46% |
| Concordo parcialmente | 61 | 38% |
| Nem concordo, nem discordo | 22 | 14% |
| Discordo parcialmente | 3 | 2% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 22 - A indústria caxiense está preparada para assumir o risco para evolução para indústria 4.0.

| Alternativas | Quantidade | Percentual (%) |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Nem concordo, nem discordo | 72 | 45% |
| Discordo parcialmente | 40 | 25% |
| Concordo parcialmente | 30 | 19% |
| Discordo totalmente | 13 | 8% |
| Concordo totalmente | 5 | 3% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 23 - A indústria 4.0 criará oportunidades que permitam aumento da presença e importância da indústria caxiense no cenário nacional.

| Alternativas | Percentual (%) | Percentual (%) |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Concordo parcialmente | 68 | 43% |
| Concordo totalmente | 47 | 29% |
| Nem concordo, nem discordo | 42 | 26% |
| Discordo parcialmente | 3 | 2% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 24 - Problemas Advindos da Adequação às tecnologias da Indústria 4.0

| Alternativas | Quantidade | Percentual (%) |
|---|-------------------|-----------------------|
| Balanceado entre técnico e administrativo | 92 | 58% |
| Primordialmente técnico (novas tecnologias) | 41 | 26% |
| Primordialmente administrativo | 27 | 17% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Na Tabela 21 é possível identificar que em 46% dos casos concordam totalmente que as novas tecnologias trazem benefícios e também trazem novas necessidades, 38% discorda em partes dessa afirmativa.

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, os resultados da Tabela 22 informa que, as há indústrias do município estão em partes preparadas, mas praticamente metade não está.

Quanto a expansão da participação do município no cenário da indústria nacional na Tabela 23, 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 como pode ser observado na Tabela 24.

4.5 APLICAÇÃO DO SOFTWARE DE RPA NA EMPRESA

Para o objetivo 05, 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). Seguem os resultados e discussões:

Tabela 25 - Aplicação de um software de RPA (robô), considerando que estes softwares realizam atividades sistêmicas como um humano

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Sim | 86 | 54% |
| Talvez | 59 | 37% |
| Não | 15 | 9% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 26 - Receio de Aplicação de RPA

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|------------|----------------|
| Não | 66 | 41% |
| Talvez | 53 | 33% |
| Sim | 41 | 26% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 27 - Aplicação do Capital e Inteligência Humana

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|------------|----------------|
| Sim | 94 | 59% |
| Talvez | 47 | 29% |
| Não | 19 | 12% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 28 - Importância do Aumento da Produtividade com o uso do software de RPA

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|------------|----------------|
| Alta | 75 | 47% |
| Muito Alta | 59 | 37% |
| Média | 26 | 16% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 29 - Percepção do Benefício no Resultado dos Negócios Apropriados

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|------------|----------------|
| Alta | 78 | 49% |
| Média | 39 | 24% |
| Muito Alta | 39 | 24% |
| Baixa | 3 | 2% |
| Baixíssima | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 30 - Percepção do Benefício na Redução de Custos Salariais

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Alta | 53 | 33% |
| Média | 50 | 31% |
| Muito Alta | 46 | 29% |
| Baixa | 8 | 5% |
| Baixíssima | 3 | 2% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 31 - Percepção do Benefício na Redução do Risco de Erros

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Alta | 55 | 34% |
| Muito Alta | 54 | 34% |
| Média | 44 | 28% |
| Baixa | 7 | 4% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 32 - Percepção do Benefício do Não Conhecimento Técnico

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Alta | 62 | 39% |
| Média | 56 | 35% |
| Muito Alta | 27 | 17% |
| Baixa | 10 | 6% |
| Baixíssima | 5 | 3% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 33 - Percepção do Benefício na Otimização dos Processos Administrativos

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Alta | 71 | 44% |
| Muito Alta | 46 | 29% |
| Média | 36 | 23% |
| Baixa | 6 | 4% |
| Baixíssima | 1 | 1% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 34 - Percepção do Benefício na Satisfação dos Funcionários

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Média | 64 | 40% |
| Alta | 47 | 29% |
| Baixa | 22 | 14% |
| Muito Alta | 21 | 13% |
| Baixíssima | 6 | 4% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 35 - Percepção do Benefício na Redução de *Turnover*

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Alta | 67 | 42% |
| Média | 55 | 34% |
| Muito Alta | 26 | 16% |
| Baixa | 8 | 5% |
| Baixíssima | 4 | 3% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 36 - Percepção do Benefício no Aumento de Produtividade dos funcionários e redução nos custos de contratação

| Opções | Quantidade | % |
|--------------------|------------|-------------|
| Alta | 59 | 37% |
| Média | 44 | 28% |
| Muito Alta | 43 | 27% |
| Baixa | 10 | 6% |
| Baixíssima | 4 | 3% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 37 - Aplicação de RPA visando os Benefícios

| Respostas | Quantidade | % |
|--------------------|------------|-------------|
| Sim | 100 | 63% |
| Talvez | 52 | 33% |
| Não | 8 | 5% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 38 - Conhecimento de Softwares Líderes de RPA no Mercado

| Respostas | Quantidade | % |
|--------------------|------------|-------------|
| Não | 140 | 88% |
| Sim | 20 | 12% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 39 - Percentual de Respostas quanto aos softwares mais conhecidos do mercado e mais completos

| Respostas | Total | % |
|--------------|-----------|-------------|
| 1 | 4 | 20% |
| 2 | 2 | 10% |
| 3 | 8 | 40% |
| Nenhum | 6 | 30% |
| Total | 20 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 40 - *Softwares Líderes Mais Conhecidos*

| Opções | R. 1 | R.2 | R.3 | Total | % |
|----------------------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|
| <i>Automation Anywhere</i> | 3 | 4 | 1 | 8 | 21% |
| <i>Blueprism</i> | 5 | 2 | 0 | 7 | 18% |
| <i>WorkFusion</i> | 0 | 2 | 5 | 7 | 18% |
| Nenhum | 6 | 0 | 0 | 6 | 16% |
| UiPath | 4 | 0 | 0 | 4 | 11% |
| Verint | 1 | 1 | 2 | 4 | 11% |
| Pega | 1 | 1 | 0 | 2 | 5% |
| Total | 20 | 10 | 8 | 38 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Quanto a 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 conforme resultado da Tabela 25. 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.

Na Tabela 26, onde é questionado sobre o receio da aplicação, 41% não teria receio, 33% poderia ter algum receio no meio do processo de implementação e 26% teria receio.

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, sendo este o resultado analisado na Tabela 27.

Colocando em perspectiva os benefícios oferecidos por esta tecnologia em relação a equipe de trabalho nas tabelas 28, 29, 30, 31, 32 e 33, sendo o primeiro o aumento de produtividade, 84% consideram este benefício de importância alta e muito alta. Quanto ao segundo benefício, o resultado do negócio ser mais aprimorado, 73% considera de importância alta a muito alta esse benefício. O terceiro benefício é o de redução nos custos salariais e 93% acredita ser de importância entre média e muito alta. O quarto benefício listado é a redução de riscos de erro nos processos, onde 96% considera de importância entre média e muito alta. O quinto benefício é a não necessidade de conhecimento de programação de computador é considerada entre média a muito alta por 91%. Por último, o benefício de otimizar os 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.

Nas tabelas 34, 35 e 36 quando é levado em consideração os benefícios para o trabalhador individual, onde o primeiro deles é a sua 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. O segundo benefício considerado é a redução no *turnover*, onde 58% considera de alta a muito alta sua importância a redução deste índice, 34% considera apenas um benefício médio. Por último, o benefício para a redução de custos de contratação, 65% considera um benefício entre média e alta importância.

Na Tabela 37, ao ser solicitado para considerar 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.

Conforme resultados das tabelas 38, 39 e 40, onde leva-se em conta em que a maioria aplicaria este programa, apenas 12% tem conhecimento a respeito dos softwares e 88% não conhece nenhum. Destes 12% que conhecem, 40% conhece ao menos três *softwares* líderes, 10% conhece dois, 20% conhece apenas 1 e 30% não conhece nenhum dos softwares líderes de mercado. 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.

4.6 EXPECTATIVAS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Para o objetivo 06, os resultados visam entender qual a percepção dos respondentes quanto às competências do futuro profissional, bem como a percepção quanto ao conteúdo aplicado aos alunos das instituições de ensino e por último a percepção em relação a preparação do profissional para este novo cenário. Seguem os resultados e discussões:

Tabela 41 - Você acredita que os profissionais/estudantes caxiense estão preparados para atuar neste novo cenário da indústria 4.0 e para a aplicação de seus recursos e conceitos nas empresas

| Respostas | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------|------------|----------------|
| Sim | 39 | 24% |
| Não | 121 | 76% |
| Total | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 42 - Competências Técnicas do Administrador para o bom desempenho de suas atividades

| Competências | Opção 1 | Opção 2 | Total | Percentual (%) |
|---|------------|------------|------------|----------------|
| Integração e melhor gerenciamento da cadeia de valor | 71 | 0 | 71 | 25% |
| Sistema de produção integrando o “mundo” virtual com o real | 53 | 15 | 68 | 24% |
| Digitalização e interconexão de produtos e serviços | 11 | 40 | 51 | 18% |
| Modelo de negócio | 20 | 27 | 47 | 17% |
| Análise de dados | 3 | 39 | 42 | 15% |
| Outro | 1 | 0 | 1 | 0% |
| Total | 159 | 121 | 280 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 43 - Grau de Aderência das Instituições de Ensino no Novo Cenário

| Grau de Aderência | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| 3 | 67 | 42% |
| 2 | 39 | 24% |
| 4 | 32 | 20% |
| Pouca aderência (1) | 15 | 9% |
| Muito aderente (5) | 7 | 4% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Observando-se os dados da Tabela 43, pode-se afirmar que o grau de discordância (aderência) é desprezível das Instituições de Ensino no Novo Cenário, segundo a percepção dos respondentes que é de 41,94% (pela fórmula do grau de aderência de cada pergunta determinado pelo oscilador estocástico de Wilder Jr. (1981), também conhecido como indicador de força relativa). Os índices estão na Tabela 44.

Tabela 44 - Interpretação de valores do Grau de Aderência (GA)

| Valor do GA | Frase Adequada |
|--------------------|------------------------------|
| 90 ou mais | Uma concordância muito forte |
| 80 a + 89,99 | Uma concordância substancial |
| 70 a + 79,99 | Uma concordância moderada |
| 60 a + 69,99 | Uma concordância baixa |
| 50 a + 59,99 | Uma concordância desprezível |
| 40 a + 49,99 | Uma discordância desprezível |
| 30 a + 39,99 | Uma discordância baixa |
| 20 a + 29,99 | Uma discordância moderada |
| 10 a + 19,99 | Uma discordância substancial |
| 9,99 ou menos | Uma discordância muito forte |

Tabela 45 - Grau de Aderência de Ensino por Faixa Etária

| Faixa Idade | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| De 18 a 24 | 6% | 22% | 46% | 20% | 6% |
| De 25 a 30 | 10% | 25% | 42% | 21% | 2% |
| De 31 a 40 | 20% | 27% | 33% | 20% | 0% |
| De 41 a 50 | 0% | 40% | 40% | 20% | 0% |
| De 51 a 60 | 0% | 0% | 33% | 0% | 67% |
| De 61 a 70 | 0% | 100% | 0% | 0% | 0% |
| Total Geral | 9% | 24% | 42% | 20% | 4% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Observando-se os dados da Tabela 44, pode-se afirmar que o grau de discordância (aderência) da formação técnica oferecida hoje pelas Universidades e Instituições de Ensino para este novo cenário, segundo a percepção dos respondentes, conforme a faixa etária, é baixa, ou seja 38,10%, calculado pela fórmula do grau de aderência de cada pergunta determinado pelo oscilador estocástico de Wilder Jr. (1981) também conhecido como indicador de força relativa.

Tabela 46 - Grau de Aderência da formação técnica oferecida hoje pelas Universidades e Instituições de Ensino para este novo cenário por Faixa Sexo

| Aderência | Feminino | Masculino | P. Ñ Dizer |
|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 1 | 10% | 9% | 0% |
| 2 | 30% | 20% | 0% |
| 3 | 36% | 48% | 0% |
| 4 | 19% | 20% | 100% |
| 5 | 4% | 5% | 0% |
| Total Geral | 100% | 100% | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Observando-se os dados da Tabela 45, pode-se afirmar que o grau de discordância (aderência) da formação técnica oferecidas hoje pelas Instituições de Ensino no novo cenário, segundo a percepção dos respondentes, conforme sexo, é de 41,03%, sendo considerada desprezível, calculada pela fórmula do grau de aderência de cada pergunta determinado pelo oscilador estocástico de Wilder Jr. (1981), também conhecido como indicador de força relativa.

Tabela 47 - Preparação dos Profissionais para as Novas Tecnologias

| Opções | Quantidade | Percentual (%) |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Talvez | 90 | 56% |
| Não | 52 | 33% |
| Sim | 18 | 11% |
| Total Geral | 160 | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 48 - Preparação dos Profissionais para as Novas Tecnologias por Sexo

| Opções | Feminino | Masculino | P. Ñ Dizer |
|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Não | 38% | 28% | 0% |
| Sim | 10% | 11% | 100% |
| Talvez | 52% | 61% | 0% |
| Total Geral | 100% | 100% | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

Tabela 49 - Preparação dos Profissionais por Faixa Etária

| Faixa etária | Não | Sim | Talvez |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|
| De 18 a 24 | 29% | 13% | 58% |
| De 25 a 30 | 33% | 10% | 57% |
| De 31 a 40 | 44% | 3% | 53% |
| De 41 a 50 | 20% | 20% | 60% |
| De 51 a 60 | 34% | 33% | 33% |
| De 61 a 70 | 0% | 100% | 0% |
| Total Geral | 100% | 100% | 100% |

Fonte: dados pesquisa, 2019.

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 e confirma o resultado das tabelas 11 e 12, onde revela que grande maioria não está envolvida neste cenário.

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 perguntado aos respondentes 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. As respostas separadas por sexo revelam que o público feminino é mais negativo do que o masculino onde há uma diferença de 10% entre eles, afirmando que os profissionais da cidade não estão preparados. Essa diferença é reflexo de que o público masculino tem dúvidas quanto a preparação. Os que

acreditam que sim, praticamente não há grandes alterações entre eles. Ainda dentro dessa análise, é possível comparar as respostas por faixa etária, onde percebe-se que as pessoas entre 31 a 40 anos são mais céticas quanto a preparação dos profissionais, onde 44% acredita na não preparação, 53% possuem dúvidas quanto a este quesito e apenas 3% acredita que os profissionais estão preparados. De forma contrária a esta faixa etária, tanto os mais velhos quanto os mais jovens, tem uma percepção mais positiva na capacidade dos trabalhadores, porém em todas as faixas etárias o percentual de dúvida se mantém relativamente o mesmo, com pouca variação entre eles, com exceção da faixa etária dos 51 a 60 anos, onde o percentual entre acreditar, não acreditar e na dúvida, os respondentes se dividem praticamente iguais entre as três opções de respostas.

5. CONCLUSÃO

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.

Este trabalho, através referencial teórico, buscou explicar as origens das revoluções, entender o processo de mudança na história e seu impacto na sociedade.

O questionário que está disponível no Apêndice A, foi aplicado com o intuito de entender o cenário atual e como as empresas, especificamente em Caxias do Sul, estão se preparando para a mudança que já está ocorrendo.

Através das análises realizadas das respostas obtidas do questionário 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.

5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Esta pesquisa limitou-se a entender primeiramente a percepção das empresas da cidade de Caxias do Sul em relação às tecnologias da indústria 4.0. No entanto, a amostra obteve limitações importantes neste estudo. Os respondentes, as empresas e profissionais, não tinham conhecimento prévio suficiente para responder todas as perguntas, ou não tinham um conhecimento de seus próprios processos e onde poderia impactá-los na aplicação dessas novas tecnologias.

Outra limitação importante é o referencial teórico levantado para este trabalho. Sendo o tema de natureza atual e futurista ao mesmo tempo, não há tantos trabalhos acadêmicos recentes a respeito de tecnologias da indústria 4.0, como por exemplo o RPA, e seus benefícios no mundo empresarial. Os trabalhos desenvolvidos a este respeito foram conduzidos, em sua maioria, pelas próprias empresas desenvolvedoras dessas tecnologias e responsáveis por treinamentos e aplicação, que de certa forma, pode ser considerado de modo tendencioso os resultados que

apresentam, pois são estratégias de marketing para a venda de seus *softwares* e obter uma maior parcela de participação no mercado.

5.2 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Os conhecimentos obtidos através deste trabalho têm a possibilidade de realizar as seguintes pesquisas futuras:

- a) Ampliação, obtenção e análise de resultados em maior escala da pesquisa como por exemplo, a nível regional como a serra gaúcha, a nível estadual ou ainda a nível nacional. O intuito poderia ser o de entender o cenário atual e a possível mudança e interesse dos governantes e empresários na aplicação de novas tecnologias de forma que a região, estado ou país, seja mais competitivo;
- b) Pesquisa aplicada diretamente às instituições de ensino quanto a sua grade curricular, tendo como objetivo mostrar as novas tecnologias, não somente como uma área técnica onde somente estudantes de sistemas de computação podem ser ensinados, mas também às grades curriculares de cursos que visam a gestão de negócios, como ferramentas disponíveis e úteis para ganhar agilidade, assertividade e efetividade na tomada de decisão;
- c) Determinar a aplicabilidade de RPA em diversos segmentos de mercado e entender quais segmentos estão mais susceptíveis à sua aplicação com o objetivo de ganharem produtividade e satisfação de funcionários e clientes;
- d) Mostrar como a transformação digital nas empresas, de diferentes ramos, pode ser útil para o melhoramento do serviço prestado;
- e) Estudar a quebra paradigmas na relação homem versus máquina, onde o receio cede lugar a imaginação da aplicabilidade das tecnologias em diversos tipos de trabalho, atribuindo a capacidade humana de tomar decisões ao invés de atribuir a ele a realização de atividades repetitivas;
- f) Estudar a relação entre satisfação e felicidade, tanto no trabalho quanto no ambiente social e familiar, de funcionários de empresas que aplicam tecnologia às suas operações e dão aos funcionários o poder de decisão e participação nas estratégias da empresa;
- g) Impacto da cultura na aplicação das tecnologias da indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

A VOZ DA INDÚSTRIA. **5 desafios da implantação da Indústria 4.0: como superar**, 2018. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/desafios-implantacao-industria-4-0-como-superar/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

A VOZ DA INDÚSTRIA. **Entenda o que é a indústria 4.0 e quais os seus impactos**, 2018. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/o-que-e-industria-4-0-impactos/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

ABRANTES, José. **Teoria geral da administração: TGA, a antropologia empresarial e a problemática ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

ANTONELLO, Claudia S. et al. **Aprendizagem organizacional no Brasil**. São Paulo: Artmed, 2011.

ARAUJO, Luis C. G. D. **Teoria geral da administração**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

ASHBY, William R. **Uma introdução à cibernética**. São Paulo: Perspectiva, 1970.

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.

BASTOS, Michael L. Ebah. **Teoria geral da administração**, 2011. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAe-nkAH/resumo-capitulo-7-teoria-geral-administracao#>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

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.

BONOME, João B. V. **Teoria geral da administração.** 1ª. ed. Curitiba: IESD Brasil, 2008.

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

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida.** São Paulo: Cultrix, 2008.

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.

CARDOSO, Roberto. **Burocracia e gestão da qualidade.** Mac and Tech. Natal. 2013.

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.** 8ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração geral e pública.** 3ª. ed. Barueri: Manole, 2012.

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

CLEGG, Stewart; KORNBERGER, Martin; PITSIS, Tyrone. **Administração e organizações: uma introdução à teoria e a prática.** 2ª. ed. Sydney: Bookman, 2011.

COLTRO, Alex. **Teoria geral da administração.** 1ª. ed. Curitiba: Intersaberes, 2015.

COMER, Douglas. **Redes de computadores e internet.** 6ª. ed. São Paulo: Bookman, 2016.

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.

DINO. Terra.com. **Por que substituir processos manuais na minha empresa e como gerenciar isso?**, 2017. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/dino/por-que-substituir-processos-manuais-na-minha-empresa-e-como-gerenciar-isso,5f2da281302dce1221d407641b4fc3e56hur3ozd.html>>. Acesso em: 27 maio 2019.

FAGUNDES, Jair A. et al. Gestão & Regionalidade. **Estrutura organizacional e gestão sob a ótica da teoria da contingência**, São Caetano do Sul, v. 26, n. 78, p. 52-63, set-dez 2010.

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

FEDLI, Ricardo D. **Introdução à ciência da computação**. 2ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

FILHO, Clézio F. **História da computação: o caminho do pensamento e da tecnologia**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO. **Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos**, 2018. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/industria-4-0/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

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

HAIR, Joseph F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAIR, Joseph F. 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 J. E. **A era dos impérios, 1875 - 1914**. 13ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

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

IBGE. **IBGE cidades**, 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs>>. Acesso em: 23 maio 2019.

IBM. International business machines. **650 applications**. Disponível em: <http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/650/650_ap1.html>. Acesso em: 18 nov. 2018.

INTEL. **Saiba mais sobre big data**. [S.l.]: Intel IT Center, 2013.

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

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

JONES, Gareth; GEORGE, Jennifer. **Administração contemporânea**. 4ª. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2008.

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

MARCONI, Marina D. A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINELLI, Dante P. et al. **Teoria geral dos sistemas**. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

MARTINS, Everton. Mettzer. **Aprenda a diferença entre objetivo geral e objetivo específico**, 03 jun. 2017. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/diferenca-entre-objetivo-geral-e-objetivo-especifico/>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

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

MATTAR, Fauze. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 1996.

MAXIMIANO, Antonio C. A. **Introdução à administração**. 8ª. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MONTANA, Patrick; CHARNOV, Bruce. **Administração**. 3ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MOTTA, Fernando C. P. Estrutura e Tecnologia: a Contribuição Britânica. **RAE - Revista de administração de empresas**, v. 16, n. 1, Jan-Fev 1976.

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

NETO, Francisco P. M. **História do pensamento administrativo**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, v. 2, 2010.

OLIVEIRA, Djalma D. P. R. D. **Fundamentos da administração: conceitos e práticas essenciais**. São Paulo: Atlas, 2009.

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.

REZENDE, Denis A. **Planejamento de sistemas de informação e informática**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RIBEIRO, Antônio L. **Teorias da administração**. 3ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

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.

RODRIGUES, Suzana B.; SÁ, Raquel R. D. Estrutura organizacional brasileira: aplicação do modelo de Aston e implicações metodológicas. **RAE- Revista de administração de empresas**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 158-174, Out-Dez 1984.

ROSA, Calebe S. **Aplicação das tecnologias da indústria 4.0**, 2019. Disponível em: <<https://form.jotformz.com/90843947267672>>. Acesso em: 22 maio 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.

SANTOS, Beatrice P. et al. Revista produção e desenvolvimento. **Indústria 4.0: desafios e oportunidades**, Covilhã, v. 4, n. 1, p. 111 a 124, jan. 2018.

SANTOS, Winderson E. D.; JÚNIOR, José H. C. G. **Robótica industrial: fundamentos, tecnologias, programação e simulação**. 1ª. ed. São Paulo: Érica, 2015.

SCHMIDT, Mario F. **Nova história crítica**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

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

SGANDERLA, Kelly. Iprocess. **5 Razões para adotar robotic process automation (rpa)**, 2018. Disponível em: <<http://blog.iprocess.com.br/2018/03/5-razoes-para-adotar-robotic-process-automation-rpa/>>. Acesso em: 27 maio 2019.

SILVA, Adelphino T. D. **Administração básica**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SILVA, Reinaldo O. **Teorias da administração**. 3ª. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

TACHIZAWA, Takeshy; SCAICO, Oswaldo. **Organização flexível**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

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

UIPATH. **What is robotic process automation?**, 2016. Disponível em: <<https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

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.

WIENER, Norbert. **Cibernética e sociedade: o uso humano dos seres humanos**. 2ª. ed. São Paulo: Cultrix, 1954.

WILDER JR., J.. **New concepts in technical trading systems**. New York: Trends Research, 1981.

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

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA

* Questões obrigatórias

1 IDENTIFICAÇÃO DO AVALIADO

1.1 * Qual sua idade? _____

1.2 * Qual seu sexo?

Feminino

Masculino

Prefiro não dizer

1.3 * Qual o seu grau de instrução?

Fundamental Completo

Pós-Graduação em Andamento

Fundamental Incompleto

Mestrado Completo

Fundamental em Andamento

Mestrado Incompleto

Médio Completo

Mestrado em Andamento

Médio Incompleto

Doutorado Completo

Médio em Andamento

Doutorado Incompleto

Superior Completo

Doutorado em Andamento

Superior Incompleto

Pós-Doutorado Completo

Superior em Andamento

Pós-Doutorado Incompleto

Pós-Graduação Completo

Pós-Doutorado em Andamento

Pós-Graduação Incompleto

2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

2.1 * O capital controlador da empresa em que você trabalha é de origem:

Nacional

Estrangeiro

Nacional e Estrangeiro

Não sei dizer

- () Envolvido em pesquisa () Outro_____
- () Colocando os conceitos em prática

3.3 * Das tecnologias advindas com a Indústria 4.0 listadas abaixo, marque no máximo três das quais você conhece ou já ouviu a respeito.

- () IA - Inteligência Artificial () IoT - Internet das Coisas
- () RPA - *Robotic Process Automation* () Biologia Sintética
- () Computação na Nuvem (*In Cloud*) () Manufatura Aditiva
- () *Big Data Analytics* () CPS - Sistemas Ciber Físicos
- () BI - *Business Intelligence* () Outro_____

3.4 * De acordo com a sua opinião, em relação à Indústria 4.0, classifique as perguntas:

| | Muito Baixa | Baixa | Média | Alta | Muito Alta |
|--|-------------|-------|-------|------|------------|
| 3.4.1 Qual é o grau de complexidade em relação à implantação dos conceitos da Indústria 4.0? | | | | | |
| 3.4.2 Como você avalia a importância da Indústria 4.0 para a competitividade das empresas? | | | | | |

3.5 * Classifique os desafios relacionados à implementação das tecnologias da indústria 4.0 de acordo com sua importância e complexidade sendo 1 a menor e 7 maior complexidade:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.5.1 Padronização (padronizar a empresa no modelo de Indústria 4.0) | | | | | | | |
| 3.5.2 Mudança do modelo tradicional para um novo modelo de negócio | | | | | | | |
| 3.5.3 Falta de mão de obra qualificada | | | | | | | |

4 CONCEITUAÇÃO E ADEQUAÇÃO À INDÚSTRIA 4.0

4.1 * De acordo com a sua opinião e conhecimentos a respeito do tema, opine sobre a frase:

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem concordo Nem discordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|--|---------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| 4.1.1 A indústria 4.0 trará potenciais benefícios e necessidades para o mundo. | | | | | |
| 4.1.2 A indústria caxiense está preparada para assumir o risco para evolução para indústria 4.0. | | | | | |
| 4.1.3 A indústria 4.0 criará oportunidades que permitam aumento da presença e importância da indústria caxiense no cenário nacional. | | | | | |

4.2 * Em sua opinião, os problemas associados aos ajustes para a uma adequação da Indústria 4.0 têm um caráter:

- Primordialmente técnico (novas tecnologias)
- Primordialmente administrativo (ajuste de procedimentos considerando a nova realidade)
- Balanceado entre técnico e administrativo

5 DA APLICAÇÃO DO SOFTWARE DE RPA NA EMPRESA

5.1 * Você aplicaria um software de RPA (robô), considerando que estes softwares realizam atividades sistêmicas como um humano?

Sim Não Talvez

5.2 * Você teria algum receio de aplicar um software de RPA (robô), considerando que este programa realiza atividades repetitivas e rotineiras, que não consiste em um raciocínio humano para a tomada de decisão?

Sim Não Talvez

5.3 * Considerando que estes programas não exigem conhecimento em programação de computador você configuraria este software "robô" para realizar tarefas sozinho e utilizaria o capital/inteligência humana para decisões e análises que realmente são relevantes a um humano realizar?

Sim Não Talvez

5.4 * Dos benefícios gerais que um software de RPA proporciona para a equipe de trabalho, classifique a sua importância:

| | Muito Baixa | Baixa | Média | Alta | Muito Alta |
|---|----------------|-------|-------|------|---------------|
| 5.4.1 Aumento da produtividade | | | | | |
| 5.4.2 Resultados de negócios aprimorados | | | | | |
| 5.4.3 Custos salariais reduzidos | | | | | |
| 5.4.4 Risco de erros reduzido | | | | | |
| 5.4.5 Sem necessidade de conhecimento avançado em programação de computador | | | | | |
| 5.4.6 Otimização dos processos administrativos | | | | | |

5.5 * Dos benefícios da aplicação do RPA relacionados ao RH, classifique a sua importância:

| | Muito Baixa | Baixa | Média | Alta | Muito Alta |
|---|-------------|-------|-------|------|------------|
| 5.5.1 Aumento da satisfação dos funcionários | | | | | |
| 5.5.2 Rotatividade reduzida | | | | | |
| 5.5.3 Aumento de produtividade dos funcionários e redução nos custos de contratação | | | | | |

5.6 * Considerando que todos os benefícios da aplicação de um software de RPA listados acima, são reais e tangíveis, você aplicaria em sua empresa?

Sim Não Talvez

5.7 * Você conhece algum software de RPA disponível no mercado?

Sim Não

5.8 * Se na pergunta anterior sua resposta foi positiva, marque no máximo três dos softwares mais conhecidos do mercado e mais completos listados abaixo, dos quais você buscou algum conhecimento.

UiPath *WorkFusion*
 Blueprism *Verint*
 AutomationAnywhere Nenhum
 Pega

