

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PROCESSOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS**

**João Roberto Rezende**

**ASSIMILAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 POR PROFISSIONAIS  
QUE EXERCEM FUNÇÕES DE CONTROLADORIA EM INDÚSTRIAS DE  
SOROCABA – UM ESTUDO DE CASO**

**Sorocaba/SP  
2020**

**João Roberto Rezende**

**ASSIMILAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 POR PROFISSIONAIS  
QUE EXERCEM FUNÇÕES DE CONTROLADORIA EM INDÚSTRIAS DE  
SOROCABA – UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Augusto Profeta

**Sorocaba/SP  
2020**

### Ficha Catalográfica

Rezende, João Roberto

R356a      Assimilação das tecnologias da indústria 4.0 por profissionais que exercem funções de controladoria em indústrias de Sorocaba : um estudo de caso / João Roberto Rezende. – 2020.

182 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Augusto Profeta

Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais)  
– Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2020.

1. Controladoria. 2. Administração de empresas. 3. Tecnologia

Elaborada por Regina Célia Ferreira Boaventura – CRB-8/6179

**João Roberto Rezende**

**ASSIMILAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 POR PROFISSIONAIS  
QUE EXERCEM FUNÇÕES DE CONTROLADORIA EM INDÚSTRIAS DE  
SOROCABA – UM ESTUDO DE CASO.**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em: 27/02/2020

**BANCA EXAMINADORA:**

**Prof. Dr. ROGÉRIO AUGUSTO PROFETA**  
Universidade de Sorocaba - UNISO

**Prof. Dr. VIDAL DIAS DA MOTA JUNIOR**  
Universidade de Sorocaba - UNISO

**Prof. Dr. LAURO CARVALHO DE OLIVEIRA**  
Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales - FATEC

Dedico à

Deus, pela vida, saúde e  
disposição para conduzir esta  
empreitada.

Sandra, Laís e meus  
familiares.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são difíceis, pois podemos, dada a limitação humana, deixar de citar alguém que com um simples gesto contribuiu para a construção desta obra. Assim, desde já apresento minhas escusas por eventuais omissões.

À Deus agradeço pelas bênçãos diárias.

Meu carinhoso e amoroso agradecimento para minha esposa Sandra e minha filha Laís, só elas sabem o quanto juntos abrimos mão para a consecução do aqui exposto. Com amor, muito obrigado!

À minha mãe Shirley, meus irmãos Ana Rosa e José Ricardo, minha cunhada Cibele e minha sobrinha Mayara, obrigado pelas contribuições, que ocorreram de inúmeras formas ao longo desses três anos de estudos e pesquisas.

A meu pai, José Messias Rezende, *in memoriam*.

Ao amigo Renato Vaz Garcia, com quem constantemente dividi inúmeros questionamentos e perturbações advindas da pesquisa, tendo sempre um tempo disponível para ouvir e discutir, com o rigor científico, o melhor encaminhamento, assim como aos professores da Uniso que sempre compartilhavam o conhecimento na sala dos professores e nos corredores, mesmo que por breves instantes.

Aos professores da Pós-Graduação da Uniso, pelo compartilhamento de conhecimentos e aos professores da FATEC Sorocaba, eis que motivado pelo tema voltei aos bancos escolares para maior estudo das tecnologias da Indústria 4.0.

Ao professor Dr. Rogério Augusto Profeta que de pronto aceitou o papel de orientar-me nesta pesquisa e instigou-me a ir mais longe.

Aos professores Dr. Vidal Dias da Mota Junior e Dr. Rafael Ângelo Bunhi Pinto da Universidade de Sorocaba e Dr. Lauro Carvalho de Oliveira da Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales, que de imediato aceitaram compor a banca para avaliação desta pesquisa.

Agradeço a equipe da biblioteca da Uniso pela atenção e zelo no trato com os usuários do rico acervo que a compõe assim como todas e todos que de alguma forma contribuíram para a minha pesquisa.

Um agradecimento especial para os oito profissionais que participaram das entrevistas e que dispuseram de seu tempo para contribuir em meus estudos.

Por fim, agradeço a você que está lendo este trabalho e espero satisfazer seu desejo de conhecimento, razão final da pesquisa científica aqui produzida.

Quando uma criatura humana  
desperta para um grande sonho e sobre  
ele lança toda a força de sua alma, todo  
o universo conspira a seu favor.  
(Johann Goethe)

## RESUMO

Para a superação de seus limites naturais a humanidade empreendeu uma caminhada surpreendente nos últimos 10.000 anos, tendo a tecnologia um papel preponderante para a construção de estruturas sociais e econômicas cada vez mais complexas, com as organizações ocupando um papel relevante, requerendo sistemas especializados de gestão e controle, objetivando a contínua melhoria de seus padrões de eficácia e eficiência. Por vezes, forças tecnológicas disruptivas resultaram em revoluções, como as chamadas Revoluções Industriais, sendo já reportadas três. Atualmente, com a integração de diferentes tecnologias de hardwares e softwares, está em curso a 4ª Revolução Industrial, também chamada de Indústria 4.0 ou Manufatura Avançada. Tais avanços tecnológicos permitem a estruturação dos chamados *cyber physical systems* e os seus impactos nos sistemas produtivos resultarão em organizações mais complexas, requerendo arranjos de controle e gestão cada vez mais estruturados e especializados, com as funções de controladoria exercendo um papel de maior relevância na gestão organizacional, sendo necessário o domínio do tema para o emprego dessas tecnologias nas estruturas de controle assim como para a avaliação de projetos relacionados a sua adoção. Neste estudo de caso, toma-se como questão a assimilação das tecnologias da Indústria 4.0 por profissionais que exercem funções de controladoria em indústrias de Sorocaba, habilitando-os à efetuarem modificações estruturais nos sistemas de coleta e processamento de dados, para a obtenção de informações e sua divulgação, contribuindo assim para a melhoria das decisões e controle das organizações. Do estudo de caso constatou-se a baixa assimilação das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, o que indica uma necessidade da maior qualificação desses profissionais face as potencialidades de aplicação e melhorias nos processos de controle e de tomada de decisão pela alta administração. Busca contribuir, também, para uma maior divulgação do tema para além das fronteiras do chamado chão de fábrica, onde as aplicações da Indústria 4.0 ocorrem com mais frequência, possibilitando, assim, a melhoria da eficácia e da eficiência no controle das organizações ao estimular o estudo e aplicação do tema para a geração de novos conhecimentos organizacionais.

Palavras-chave: Tecnologia; Indústria 4.0; Controladoria; Gestão Organizacional.

## **ABSTRACT**

In order to overcome its natural limits, humanity has undertaken a surprising journey in the last 10,000 years, with technology playing a major role in building increasingly complex social and economic structures, as well as organizations playing a meaningful role, requiring specialized management systems and control, aiming at the continuous improvement of its standards of effectiveness and efficiency. At times, disruptive technological forces have resulted in revolutions, such as the so-called Industrial Revolutions, with three already reported. At present, with the integration of different hardware and software technologies, there is an ongoing 4th Industrial Revolution, also known as Industry 4.0 or Advanced Manufacturing. Such technological achievements allow the structuring of the so-called cyber physical systems and their impacts on the productive systems will result in more complex organizations, requiring increasingly structured and specialized control and management arrangements, with the Controlling functions playing a crucial role in organizational management, requiring mastery of the theme for the use of these technologies in control structures as well as for the evaluation of projects related to their adoption. In this case study, with the use of multiple cases, it becomes as a matter of assimilation of Industry 4.0 technologies by professionals who perform controlling functions in industries located in Sorocaba, enabling them to make structural changes in the data collection and processing systems, to obtain information and its dissemination, thus contributing to the improvement of decisions and control of organizations. From the case study, it was found out that Industry 4.0 enabling technologies are lowly comprehended, which indicates a need for a higher qualification of these professionals in view of the application potential and improvements in control and decision-making processes by top management. It also seeks to contribute to a greater dissemination of the theme beyond the boundaries of the so-called shop floor, where applications of Industry 4.0 occur more frequently, thus enabling the improvement of effectiveness and efficiency in controlling organizations by stimulating the study and application of the theme for the generation of new organizational knowledge.

**Keywords:** Technology; Industry 4.0; Controlling; Organizational Management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do trabalho.....	18
Figura 2 – Conteúdo da revisão de literatura .....	19
Figura 3 – Razões para a existência das organizações .....	26
Figura 4 – Imagens da Organização .....	29
Figura 5 – Sistema de Produção e seus subsistemas .....	31
Figura 6 – Teorias administrativas e seus principais enfoques.....	35
Figura 7 – Estrutura básica dos elementos de um sistema de controle .....	44
Figura 8 – Representação esquemática do ciclo PDCA .....	45
Figura 9 – The Payment of Tithes .....	46
Figura 10 – Sistema de Informação .....	48
Figura 11 – Módulos do sistema de ERP .....	52
Figura 12 – Diário de Classe para registro presença discentes.....	53
Figura 13 – Tela do Aplicativo SCP instalado em um smartphone .....	54
Figura 14 – Infraestrutura de TI.....	56
Figura 15 – Rede de Wi-Fi .....	57
Figura 16 – Ondas sucessivas de Schumpeter .....	60
Figura 17 – Características das Revoluções Industriais .....	61
Figura 18 – <i>Time Line</i> Revoluções Industriais.....	62
Figura 19 – Transistores com diferentes encapsulamentos.....	69
Figura 20 – Representação das três categorias de sistemas de produção.....	72
Figura 21 – Pirâmide de automação .....	73
Figura 22 – Estrutura cyber-physical systems .....	74
Figura 23 – Nove tecnologias que estão transformando a indústria .....	78
Figura 24 – Interfaces da Indústria 4.0 .....	80
Figura 25 – Mudanças nas relações de manufatura tradicionais .....	81
Figura 26 – Diagrama de blocos para rede de supply chain.....	82
Figura 27 – A empresa como um sistema aberto .....	88
Figura 28 – Evolução do controle administrativo .....	92
Figura 29 – Missão da Controladoria .....	98
Figura 30 – Tecnologias analisadas nos estudos do projeto Indústria 2027 .....	104
Figura 31 – Sistemas produtivos e focos setoriais projeto Indústria 2027 .....	105
Figura 32 – Caracterização das 4 gerações digitais.....	106

Figura 33 – Uso de gerações de tecnologias digitais em 2017 e esperado para 2027 .....	107
Figura 34 – Uso G4 pelas empresas em 2017 e esperado até 2027 em funções organizacionais .....	108
Figura 35 – Capa revista Exame – edição 1162 de 30 mai. 2018 .....	109
Figura 36 – Localização de Sorocaba no estado de São Paulo .....	112
Figura 37 - Região Metropolitana de Sorocaba .....	113
Figura 38 – Participação das regiões administrativas no VTI no estado de São Paulo .....	115
Figura 39 - Participação das regiões administrativas no VTI no estado de São Paulo .....	116
Figura 40 – Indústria 4.0: Integração horizontal e rede de valores .....	119

## **GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Composição do Valor Adicionado Fiscal RMS - 2016 .....	114
Gráfico 2 – Empresas por Ramo .....	132
Gráfico 3 – Empresas por localização Matriz .....	133
Gráfico 4 – Distribuição dos Cargos dos Participantes .....	134
Gráfico 5 – Duração relativa Entrevistas .....	137
Gráfico 6 – Aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 .....	149
Gráfico 7 – Aplicação das tecnologias por empresa e setor .....	150

## **QUADROS**

Quadro 1 – Informação Valiosa - Características .....	57
Quadro 2 – Tipos de SI e Características .....	58
Quadro 3 – Relação entre os termos mecanização, automação e automação .....	71
Quadro 4 – Resumo dos conceitos que definem a visão futura da Indústria 4.0. ....	79
Quadro 5 – Principais características das Revoluções Industriais .....	83
Quadro 6 – Indicadores de desempenho .....	88
Quadro 7 – Significado atributos SMART .....	91
Quadro 8 – Contabilidade Financeira x Contabilidade Gerencial .....	96
Quadro 9 – Perfil Participantes .....	132
Quadro 10 – Formação Acadêmica Participantes .....	135
Quadro 11 – Questões: análise da relevância da função e dos indicadores .....	138

Quadro 12 – Categorização da relevância da função e dos indicadores .....	139
Quadro 13 – Questões: análise da coleta dos dados .....	141
Quadro 14 – Categorização da análise da coleta dos dados.....	141
Quadro 15 – Questões: processamento dos dados e divulgação dos indicadores .	143
Quadro 16 – Categorização do processamento dos dados e divulgação dos indicadores .....	144
Quadro 17 – Questões: análise da avaliação dos indicadores .....	145
Quadro 18 – Categorização da análise da avaliação dos indicadores.....	146
Quadro 19 – Questões: análise da relação do controller com a Indústria 4.0 .....	147
Quadro 20 – Categorização da análise da relação do controller com a Indústria 4.0 .....	148
Quadro 21 – Aplicação tecnológica por empresa e setor .....	148
Quadro 22 – Ação da Organização em relação à Indústria 4.0 .....	151
Quadro 23 – Iniciativa dos Participantes para estudo do tema Indústria 4.0 .....	152

## **TABELAS**

Tabela 1 – Publicações pesquisadas no período de 2011 a 2016 e possibilidades de aplicações.....	81
Tabela 2 – Perfil Participantes .....	133
Tabela 3 – Perfil médio dos Participantes .....	134
Tabela 4 – Dados das Entrevistas.....	136

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BSC	Balanced Scorecard
BI	Business Intelligence
BRP	Business Resources Planning
CEP	Controle Estatístico de Processo
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CFC	Conselho Federal de Contabilidade
CFO	Chief Financial Officer
CLP	Controlador Lógico Programável
CPC	Comitê de Pronunciamentos Contábeis
CPS	Cyber Physical Systems
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A
ERP	Enterprise Resources Planning
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
IoT	Internet of Things
KPI	Key Performance Indicator
MRP	Material Requirements Planning
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PI	Performance Indicators
RI	Result Indicator
RPA	Robotic Process Automation
KRI	Key Result Indicator
SA	Sistemas de Automação
SAD	Sistemas de Apoio à Decisão
SCM	Supply Chain Management
SCP	Sistema de Controle de Presença
SE	Sistemas de Informações Especialistas
SI	Sistemas de Informações
SIC	Sistema de Informação Computadorizado
SIC	Sistema de Informação Contábeis
SIG	Sistemas de Informações Gerenciais
SIT	Sistemas de Informações Transacionais

STP	Sistema Toyota de Produção
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
2.1	O ser humano, a evolução e a tecnologia .....	20
2.2	Organização e sistemas.....	24
2.3	Administração da organização .....	32
2.4	Planejamento e controle.....	38
2.5	Sistemas de Informações - SI .....	46
2.6	Revoluções Industriais .....	59
2.6.1	A 1ª Revolução Industrial .....	62
2.6.2	A 2ª Revolução Industrial .....	65
2.6.3	A 3ª Revolução Industrial .....	67
2.6.4	A 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0.....	73
2.7	Contabilidade e Controladoria .....	84
2.7.1	O quadro atual da indústria brasileira.....	103
2.7.2	Contextualização da cidade de Sorocaba .....	111
<b>3</b>	<b>OBJETIVO E METODOLOGIA.....</b>	<b>118</b>
3.1	Objetivo da Pesquisa e Motivação .....	118
3.2	Metodologia .....	122
3.2.1	Método de Pesquisa .....	122
3.2.2	Coleta e análise de dados.....	124
3.2.3	Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP.....	128
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>131</b>
4.1	Análise Dados de caracterização .....	131
4.1.1	Amostra das empresas .....	131
4.1.2	Amostra dos Participantes .....	133
4.1.3	Amostra das entrevistas.....	136
4.2	Análise das Questões .....	137
4.2.1	Análise da relevância da função e dos indicadores .....	138
4.2.2	Análise da coleta dos dados .....	141
4.2.3	Análise do processamento dos dados e divulgação dos indicadores .....	143
4.2.4	Análise da avaliação dos indicadores.....	145

4.2.5	Análise da relação do Controller com a Indústria 4.0. ....	147
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>154</b>
5.1	Trabalhos futuros .....	158
5.2	Uma palavra final .....	159
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>161</b>
	APÊNDICE A – TCLE .....	173
	APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO PARA USO IMAGEM .....	179
	APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA .....	180

## 1 INTRODUÇÃO

Graças a amplas especificidades, o homem ocupou o planeta Terra:

A especificidade humana não está somente na linguagem, com dupla articulação e na faculdade de diversificar-se, como nós o fizemos; está também na capacidade de projetar, de antecipar. O projeto não é mais uma resposta às pressões biológicas e às necessidades do ambiente. É a escolha de romper com o estado da natureza, de viver de outra maneira. Controlar, decidir, inventar a sociedade. Seria necessário ainda que esta escolha pudesse ser duradoura e acessível a todos os habitantes do planeta, o que está longe de ser o caso (LANGANEY et al., 2002, p. 173-172).

A história da conquista dessas especificidades é temática de várias obras, como Harari (2019) e Diamond (2017), que apresentam os desafios, êxitos e fracassos do *Homo sapiens* ao longo de sua jornada no planeta. Das narrativas, a presença da tecnologia é fator comum: “O ataque relâmpago dos humanos à América atesta a engenhosidade incomparável e a adaptabilidade insuperável do *Homo sapiens*” (HARARI, 2019, p. 81). Em Diamond (2017, p. 254): “Em qualquer época, em qualquer continente, existem sociedades inovadoras e sociedades conservadoras. Além disso, a receptividade à inovação varia com o tempo na mesma região.”

Essas ações demonstram que “a nobreza da raça humana está no nosso impulso de saber, e nossa singularidade como espécie se reflete no sucesso que alcançamos, após milênios de esforço, em decifrar o quebra-cabeça que é a natureza” (Mlodinow, 2015, p. 12).

Tais conquistas resultaram no surgimento de inúmeras estruturas, desde sociais até econômicas, que estão em permanente transformação.

Em particular na economia, a evolução das relações de trocas, de simples escambo para sistemas comerciais mais complexos, resultou no surgimento das organizações, e da necessidade de sua administração foram desenvolvidos os sistemas de controle, desde os tempos mais antigos. Tabuletas de argila de 3400-3000 a.C., localizadas na cidade de Uruk, na antiga Suméria, atual Iraque e Kuwait, contêm o registro de medidas de cevada recebidos por uma pessoa ao longo de 37 meses (HARARI, 2019), o que denota a existência de um sistema de controle de estoque de mercadorias.

De fato, controles possuem um imenso significado para a humanidade em diversos níveis de aplicação. Para as organizações, em geral, sempre foram

fundamentais, tendo originado funções específicas de controladoria, inicialmente exercidas por um Contador e, posteriormente, pelo Controller, embora tais funções não sejam de sua exclusiva responsabilidade, podendo ser executadas por outros profissionais em cargos diversos, como Contador; Diretor Administrativo e Financeiro; Gerente de Contabilidade, Gerente Financeiro e outros.

Com o advento da Administração Científica de Taylor e da Teoria Clássica da Administração de Fayol, os processos de controle apresentaram um imenso salto qualitativo e quantitativo, possibilitando a realização de análises e avaliações que contribuíram para a melhoria do processo decisório, tornando os profissionais em controladoria elementos de elevada importância para a gestão organizacional.

Para os sistemas fabris, a evolução tecnológica proporcionou o desenvolvimento e implementação de novas formas produtivas, por vezes causando mudanças radicais chamadas de Revolução Industrial. Atualmente está em curso a 4ª Revolução Industrial, também chamada de Indústria 4.0, que objetiva a implementação dos chamados *cyber physical systems* – CPS, por meio da conexão em redes<sup>1</sup> de uma série de tecnologias de hardwares e softwares já existentes, que em plena integração possibilitam, entre outros, a realização de controles de processos em uma escala exponencial, decorrente da utilização de sensores e atuadores que permitem a execução de análises e tarefas a partir do emprego de tecnologias de Inteligência Artificial, derivadas de estruturas de Big Data e Analytics.

Com origem na Alemanha em 2011 (SCHWAB, 2016), os conceitos e as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 apresentam um vasto campo de pesquisas e estudos, resultando em inúmeras publicações e aplicações com impactos variados na sociedade, governos, economia, negócios e organizações a partir da transformação dos pilares biológico, físico e digital.

Para as organizações, a possibilidade de uma maior e melhor integração dos processos produtivos e de controle apresenta diversas oportunidades, como redução do tempo de processos; maior automação de linhas de produção; integração com cadeias de clientes e fornecedores em escala global; redução de perdas com a execução de processos mais assertivos e controlados; detecção e atuação em *real time* para a solução de problemas em processos diversos, desde fabris até

---

<sup>1</sup> Uma rede é um conjunto de *hardwares* conectados por meio de *links* de comunicação. A conexão pode ser realizada por meios físicos como fios (*wire*) de materiais diversos, como cobre e fibra óptica, ou por estruturas sem fios (*wireless*) para a propagação de ondas eletromagnéticas.

administrativos; emprego de tecnologias de virtualização e simulação de novos produtos e processos, eliminando gastos com a construção de protótipos e testes físicos; maior gerenciamento e controle de atividades fabris e de gestão com a utilização de uma maior quantidade de dados e informações, disponibilizadas em tempo real para os mais diversos níveis organizacionais, entre outras, resultando na melhoria da produtividade e competitividade da indústria.

A compreensão dessas possibilidades pelos profissionais que exercem funções de controladoria é de relevante importância para a efetiva promoção de melhorias nos sistemas de gestão e controle, com incrementos na eficácia e eficiência organizacional.

Diante dessa oportunidade, o problema central do estudo é verificar como está ocorrendo a assimilação das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 por um grupo de profissionais que exercem funções de controladoria em indústrias de Sorocaba.

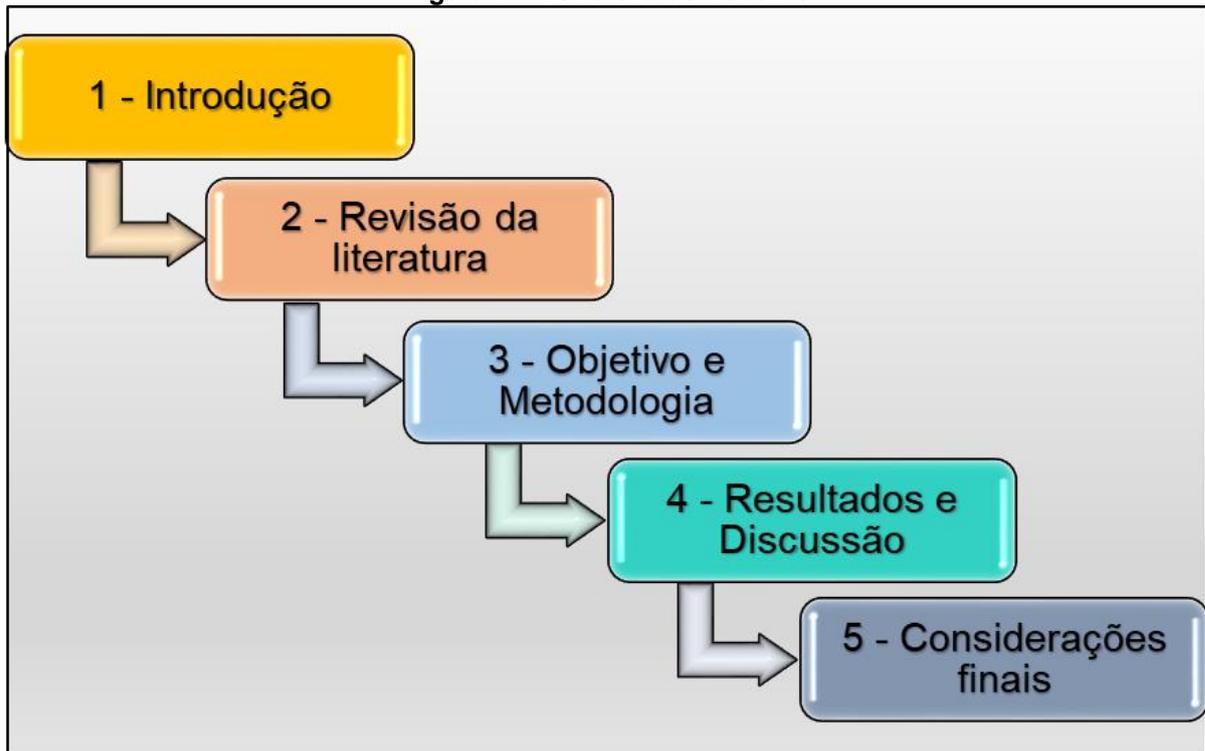
Considerando-se a contemporaneidade da temática Indústria 4.0 e sua recente disseminação global, a pesquisa não toma nenhuma hipótese quanto a intensidade e formas de assimilação, entre outras, e busca unicamente compreender como os profissionais de controladoria estão atuando face ao tema Indústria 4.0.

O presente trabalho de pesquisa tomou o estudo bibliográfico da origem e evolução das organizações e suas estruturas de controle, combinado com a realização de um Estudo de Caso em enfoque exploratório, por meio de entrevistas semiestruturadas com profissionais que exercem funções de controladoria em indústrias de Sorocaba para a verificação da assimilação das tecnologias da Indústria 4.0 e suas possibilidades de aplicação na gestão e controle organizacional.

Para seu desenvolvimento, o presente trabalho foi estruturado nas etapas descritas a seguir:

- A. No capítulo 2 apresenta-se a Revisão da Literatura. A pesquisa percorreu bases bibliográficas nacionais e internacionais além de periódicos e participação em diversos eventos que trataram da temática Indústria 4.0 e suas diversas aplicações práticas e potenciais;
  - B. O capítulo 3 discorre sobre os Objetivos e a Metodologia. Os Resultados e Discussão são apresentados no capítulo 4;
  - C. No capítulo 5, por fim, são apresentadas as Considerações Finais, com a proposição de possíveis desdobramentos.
- A Figura 1 apresenta a estrutura do trabalho.

Figura 1 – Estrutura do trabalho



Fonte: Elaboração própria.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Partindo das suas limitações naturais e de seus esforços de sobrevivência é possível verificar que o desenvolvimento tecnológico, desde nossos ancestrais, possibilitou o predomínio da espécie humana em todo o planeta, culminando na criação de estruturas organizacionais complexas, sujeitas a constante evolução tecnológica, objetivando a utilização dos limitados recursos naturais disponíveis na Terra com processos cada vez mais eficazes e eficientes. Para tanto, desenvolveram-se nas organizações estruturas de controle e avaliação.

Para subsidiar a pesquisa, a revisão da literatura está estruturada conforme a Figura 2.

Figura 2 – Conteúdo da revisão de literatura



Fonte: Elaboração própria.

## 2.1 O ser humano, a evolução e a tecnologia

O ser humano, como?

“De um ponto de vista puramente natural, o homem é o mais inadequado dos seres vivos existentes em nosso planeta. Por outro lado, é o mais poderoso de todos os animais.” (PINSKY, 2018, p. 13).

Os humanos surgiram há cerca de 2,5 milhões de anos, na África Oriental, descendendo de um gênero de primatas chamado *Australopithecus*, tendo sua jornada de desafios e conquistas relatada por autores como Harari (2019), Diamond (2017) e Mlodinow (2015).

A criação da linguagem, da qual deriva a escrita, pelos sapiens 50.000 anos atrás significou uma grande mudança, o que possibilitou a sua prevalência no planeta. Com ela, a criação e a aprendizagem foram aceleradas em decorrência da comunicação e da coordenação. Nos 40.000 anos seguintes, com o uso da linguagem e uma pequena quantidade de ferramentas, os caçadores-coletores viveram sob o jugo dos ciclos da natureza, que regulava sua fome e ditava seu destino. Os seres humanos eram caçadores-coletores. Embora a natureza apresente vastas riquezas, a ausência de maiores avanços tecnológicos à época não possibilitava ao homem transcender para além de sua própria sobrevivência. Ao longo desses milênios o sapiens foi evoluindo. Contudo, nos últimos 10.000 anos ocorreram avanços notáveis, graças a libertação da mente pela linguagem, potencializada pelo técnico. O emprego do técnico em prol da tecnologia não impactou apenas no meio em que vivemos, mas também criou uma simbiose entre a raça humana com a tecnologia. Sem a tecnologia que nos cerca hoje, o sapiens não duraria além de alguns meses. Tornamo-nos simbióticos com a tecnologia (KELLY, 2012).

Decorrente de sua dependência de fontes externas para obtenção energia, o homem desenvolveu técnicas para modificar os recursos naturais disponíveis, assim como o meio ambiente, com o objetivo de beneficiar suas próprias condições de vida, valendo-se de sua capacidade criadora, que evolui constantemente conforme avança sua capacidade cognitiva (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Diante de tal dependência, o domínio do espaço e das coisas naturais pelo homem neste planeta depende dele mesmo e decorre daquilo que chamamos de tecnologia.

Conforme Kelly (2012) a palavra tecnologia vem do grego *technologos*, entretanto, na Grécia antiga, a palavra utilizada era *techne*, que pode ser entendida como arte, habilidade ou perícia ou, mais proximamente, engenhosidade. Esta expressão indicava o uso da inteligência para superação das circunstâncias impostas pelo meio. Nos séculos que se seguiram, o termo empregado era habilidade, que expressava a produção de objetos sendo o termo arte empregado para expressar a engenhosidade. Com o tempo, o trabalho realizado com os diversos artefatos produzidos pelo homem passou a ser chamado de artes úteis, cada qual possuindo seu conhecimento específico, como mineração, tecelagem, metalurgia e outros, que eram transmitidos pelos mestres aos seus aprendizes, resultando em conhecimentos individuais durante séculos. O uso da expressão tecnologia foi retomada somente no século 18.

No século 18, a Revolução Industrial foi uma das várias revoluções que colocaram a sociedade de pernas para o ar. As criaturas mecânicas invadiram lares e fazendas, mas a invasão continuava sem nome. Finalmente, em 1802, Johann Beckmann, um professor da Universidade de Gottingen, argumentou que a rápida disseminação e a crescente importância das artes úteis exigiam que elas fossem ensinadas em uma "ordem sistêmica". Ele discutiu a *techne* da arquitetura, a *techne* da química, metalurgia, alvenaria e manufatura e, pela primeira vez, afirmou que essas esferas do conhecimento estavam interconectadas. Ele as sintetizou em um currículo unificado e escreveu um livro-texto chamado *Guia à Tecnologia* (ou *Technologie*, em alemão), ressuscitando a palavra grega esquecida. [...]. O livro também batizou aquilo que fazemos. Agora que tinha um nome, conseguíamos enxergá-lo (KELLY, 2012, p. 15).

O processo de desenvolvimento tecnológico é um contínuo desde os tempos mais remotos:

Como tecnologia gera mais tecnologia, a importância da difusão de uma invenção possivelmente ultrapassa a importância da invenção original. A história da tecnologia exemplifica o que é chamado de processo autocatalítico: isto é, um processo que avança a uma velocidade que aumenta com o tempo, porque ele se catalisa. A explosão da tecnologia desde a Revolução Industrial nos impressiona hoje, mas a explosão medieval foi igualmente impressionante, comparada à da Idade do Bronze que, por sua vez, ultrapassou a do Paleolítico Superior (DIAMOND, 2017, p. 259).

Em consonância ao contínuo da tecnologia, encontra-se em Gimpel (1977, p.11):

A primeira revolução industrial datou da Idade Média, os séculos XI, XII e XIII criaram uma tecnologia em que a Revolução Industrial do século XVIII se

apoiou para ganhar impulso. As descobertas da Renascença desempenharam apenas um papel limitado na expansão da indústria inglesa nos séculos XVIII e XIX.

Na Europa, em todos os domínios, a Idade Média desenvolveu mais do que qualquer outra civilização o uso de máquinas. É um dos fatores determinantes da preponderância do hemisfério ocidental sobre o resto do mundo. Ainda que a antiguidade conhecesse as máquinas, delas fez um uso limitado, utilizando principalmente para animar brinquedos e autômatos. A sociedade medieval substituiu o trabalho manual, mormente o trabalho forçado dos escravos, pelo trabalho das máquinas.

Com a disseminação da tecnologia ao longo do tempo para diferentes sociedades, com diferentes capacidades inovadoras, pelos mais variados motivos, a aplicação da tecnologia amplia seus horizontes, capacitando o homem cada vez para o processo de transformação do meio e dos materiais que o cercam, alterando por consequência sua própria ordem social. Nas palavras de Pinto (2005, p. 354):

A tecnologia sempre foi útil e fecunda, pelo simples fato de ser o resultado constante da ação do homem sobre a natureza, com o intuito de resolver a contradição entre ambos, de modo configurar um modo físico e social onde seja mais fácil e feliz a existência. Ao mesmo tempo, toda tecnologia realiza sempre uma antecipação do futuro, pois tem de fundar-se no conjunto de conhecimentos e práticas possuídos no momento para exatamente fazê-los caducar e substituí-los por outros, mais avançados.

Os impactos decorrentes da evolução do homem foram além da tecnologia, modificando profundamente a forma de obtenção de alimentos e sua organização social:

Quanto a magnitude de suas consequências, nenhuma outra invenção rivaliza com a agricultura [...]. A Revolução Agrícola produziu um modo totalmente novo de subsistência, que permanece como base da economia mundial até o presente. A tecnologia alimentar da última Idade da Pedra é precisamente a tecnologia sem a qual nós não podemos viver. As lavouras de cerca de uma dúzia de povos antigos alimentam hoje os seis bilhões de pessoas na Terra. Apesar de mais de dois séculos de desenvolvimento científico de semente, da chamada revolução verde da década de 1960 e da engenharia genética da década de 1990, nenhum único novo produto foi acrescentado ao nosso repertório de lavouras desde os tempos pré-históricos (WRIGHT, 2007, p. 61).

Da transformação do homem de ser nômade em um ser com bases fincadas em um determinado espaço, que provê suas necessidades em função do seu trabalho e da utilização da tecnologia, deixando de ser caçador e coletor para se tornar criador e agricultor, decorre uma profunda mudança nas estruturas dos grupos humanos, conforme aponta Diamond (2017, p. 262).

Além de permitir a vida sedentária e, conseqüentemente, a acumulação de bens, outra razão fez da produção de alimentos um passo decisivo na história da tecnologia. Foi possível, pela primeira vez na evolução humana, desenvolver sociedades economicamente especializadas constituídas de especialistas não produtores de alimentos e sustentados por camponeses produtores de alimentos. [...] a tecnologia local depende, para sua origem e sua manutenção, não só da invenção local, mas também da difusão da tecnologia de outro lugar. Essa foi a causa da evolução mais rápida da tecnologia em continentes com poucas barreiras geográficas e ecológicas que impedissem a difusão dentro desse mesmo continente ou em outros.

Dos chamados grupos humanos, originam-se as civilizações, que necessitam de uma determinada organização para desenvolverem-se.

Na base das primeiras civilizações, tendo como protagonistas os rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, e o rio Nilo, no Egito, desenvolve-se a necessidade de regular as cheias desses rios, que são extremamente complexas, por meio da construção de valas, diques, canais, sistemas de irrigação e outros recursos que possibilitem a máxima utilização das benesses das cheias além de, por vezes, precaverem-se daquelas surpreendentes e intempestivas. Uma cheia pode ser tanto benfeitora como catastrófica. Necessário também o estabelecimento de um regramento sobre a utilização da água, para que todos fossem beneficiários, não apenas os ribeirinhos. Para tanto, era preciso trabalho e organização, que deveriam atender cronogramas específicos, pois os ciclos da natureza estão além do domínio humano (LÉVÊQUE, 2018). Para facilitar tais tarefas utilizou-se a escrita.

Uma das grandes inovações, que possibilitou o desenvolvimento organizado da humanidade, foi a invenção da escrita, há aproximadamente 5 mil anos pelos sumérios. Não era mais necessário recorrer a memória humana para registrar os inúmeros dados originários das atividades humanas. Com a escrita, a burocracia inicia o seu poderio, valendo-se do algoritmo:

Assim, **a escrita facultou aos humanos que organizassem sociedades inteiras num modelo algorítmico**. Deparamos com o termo “algoritmo” quando tentamos compreender o que são emoções e como o cérebro funciona e o definimos como uma série metódica de passos que pode ser utilizada para a realização de cálculos, a resolução de problemas e a tomada de decisões. Em sociedades iletradas pessoas fazem todos os cálculos e tomam todas as decisões de cabeça. Em sociedades letradas, organizam-se em redes, de modo que cada pessoa é apenas um pequeno passo num imenso algoritmo, e é o algoritmo como um todo que toma as decisões importantes. **Essa é a essência da burocracia** (HARARI, 2016, p. 168, grifo nosso).

A escrita, portanto, possibilitou o surgimento das cidades, pois, conforme Mlodinow (2015, p. 66), “sem escrita não teria havido civilização urbana pois as pessoas não teriam como criar e manter os tipos de relação complexos e simbióticos que constituem o principal aspecto definidor da vida nas cidades.”

Para seu funcionamento e desenvolvimento, as cidades necessitam organizar-se, decorrendo o desenvolvimento de novas estruturas sociais e produtivas.

## 2.2 Organização e sistemas

Tendo o homem caminhado para a modificação do meio e dos limitados recursos disponíveis com o emprego da tecnologia, visando a obtenção de resultados cada vez mais eficientes e eficazes, resultando em agrupamentos produtivos cada vez mais complexos, torna-se necessária a existência de uma certa ordem, um encadeamento produtivo, um *modus operandi*, para que os esforços coletivos resultem no quanto desejado. E necessária a existência de uma economia.

Polanyi (2012, p. 45) ao discorrer sobre a economia de mercado, e sua utópica concretização, afirma que “nenhuma sociedade poderia sobreviver durante qualquer período de tempo, naturalmente, a menos que possuísse uma economia de alguma espécie”.

Economia, para Samuelson e Nordhaus (2012, p. 3) é:

[...] o estudo da forma como as sociedades utilizam recursos escassos para produzir bens e serviços que possuem valor para distribuí-los entre indivíduos diferentes.

[...] duas ideias-chave [...] permeiam toda a ciência econômica: os bens são escassos e a sociedade deve usar os seus recursos de forma eficiente.

[...] Eficiência corresponde à utilização mais eficaz dos recursos de uma sociedade na satisfação dos desejos e das necessidades da população.

[...] A eficiência econômica exige que uma economia produza a mais elevada combinação de quantidade e qualidade de bens e serviços dados a sua tecnologia e seus recursos escassos.

A história do pensamento econômico mostra que diversas escolas desenvolveram diferentes doutrinas econômicas, cada qual predominando ao seu tempo, com suas virtudes e defeitos (BRUE; GRANT, 2016).

A consolidação dos direitos de propriedade, aliado aos ideais do livre mercado, possibilitou a estruturação de uma estrutura produtiva denominada de capitalista (POLANYI, 2012).

Para Samuelson e Nordhaus (2012, p. 580) capitalismo é:

[...] um sistema econômico em que a maior parte da riqueza (terra e capital) é propriedade privada. Neste sistema, os principais veículos usados para a alocação de recursos e para a criação de rendas são os mercados privados.

Este modelo dominante é impregnado pela economia clássica, com uma visão liberal do capitalismo, cujo marco maior é a obra de Smith (1776) publicada originalmente em Londres em março de 1776. Nela Smith explica sobre a riqueza das nações como sendo originada do aumento da produtividade da mão de obra, ou seja, o trabalhador produzindo mais em um determinado período de tempo, colocando o clássico exemplo a fábrica de alfinetes. A maior conquista de mercados por uma nação irá resultar em maior especialização da mão de obra, o que irá resultar em uma nação mais rica, em contraponto ao modelo mercantilista, trazendo um pensamento mais sistemático para a economia, com efeitos nas estruturas organizacionais, estas responsáveis pela efetiva transformação do meio e dos recursos naturais.

O capitalismo não é, evidentemente, a solução definitiva para todos os problemas econômicos. Ao aliar-se ao ideal do livre mercado, o capitalismo enseja uma série de debates sobre a efetiva liberdade do mercado que marcam, inclusive, as discussões contemporâneas. Como aponta Polanyi (2012, p. 282):

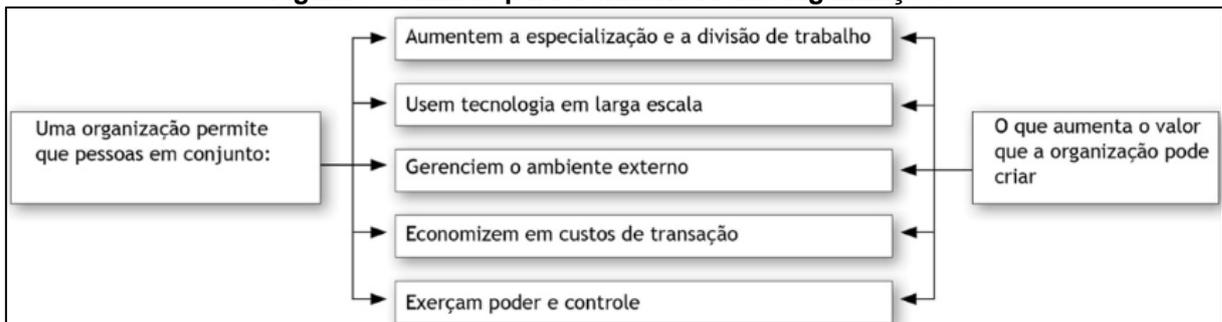
Chegamos assim à conclusão inexorável de que está em questão a própria possibilidade de liberdade. Se a regulação é o único meio de difundir e fortalecer a liberdade numa economia complexa e, no entanto, utilizar esse meio é se opor à liberdade *per se*, então tal sociedade não pode ser livre.

As transformações decorrentes da modernização motivada pelo ânimo capitalista ensejaram mudanças políticas, econômicas e sociais que resultaram em configurações produtivas muito distintas daqueles que vigoravam nos primórdios do desenvolvimento do capitalismo nos séculos XVII e início do XIX. Como aponta Waldo (1948 apud REED, 1998, p. 2), uma nova estrutura surgiu:

Entre o fim do século XIX e início do século XX, as grandes unidades organizacionais difundiram-se amplamente, dominando as esferas econômica, social e política, à medida que a crescente complexidade e intensidade da atividade coletiva inviabilizavam a coordenação personalizada e direta, e assim exigiam incrementos de capacidade administrativa.

As organizações tornaram-se cada vez mais presentes no cotidiano, por diversos motivos, conforme aponta Jones (2010, p. 4): “A produção de bens e serviços com frequência acontece em um cenário organizacional porque as pessoas que trabalham juntas para produzir bens e serviços em geral podem criar mais valor do que as pessoas que trabalham isoladas.” O autor também apresenta cinco razões para a existência das organizações, conforme a Figura 3.

**Figura 3 – Razões para a existência das organizações**



Fonte: JONES, G. R. **Teoria das Organizações**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010. p. 4.

Em seus estudos sobre o comportamento administrativo, Simon (1971, p. XIV), assim definiu uma organização:

O termo *organização* refere-se, neste livro, ao complexo sistema de comunicações e inter-relações existentes num grupamento humano. Esse sistema proporciona a cada membro do grupo parte substancial das informações, pressupostos, objetivos e atitudes que entram nas suas decisões, propiciando-lhes, igualmente, um conjunto de expectativas estáveis e abrangentes quanto ao que os outros membros do grupo estão fazendo e de que maneira reagirão ao que ele diz e faz. Ao sistema que acaba de ser descrito, os sociólogos chamam de sistema de papéis, embora muitas pessoas os chamem, na intimidade, de organização.

Para Simon (1971) a organização trata da localização e distribuição de uma complexa rede de processos decisórios que objetivam, ao fim, influenciar o pessoal de execução, que são aqueles que de fato realizam o trabalho físico da própria organização.

Para Maximiano (2002, p. 130) “o principal motivo para a existência das organizações é o fato de que certos objetivos só podem ser alcançados por meio da ação coordenada de grupos de pessoas.” Essa coordenação, decorre da utilização da divisão do trabalho, demonstrada por Smith (1983, p. 41) no século XVIII ao discorrer que “o maior aprimoramento das forças produtivas do trabalho, e a maior parte da

habilidade, destreza e bom senso com os quais o trabalho é em toda parte dirigido ou executado, parecem ter sido resultados da divisão do trabalho.”

Com as organizações decorre a burocracia, como aponta Maximiano (2002, p. 133):

Todas as organizações formais são burocracias. A palavra *burocracia* identifica as organizações que se baseiam em regulamentos. Há uma razão extremamente importante para entender o que é a burocracia: a sociedade organizacional é, também, uma sociedade burocratizada. Todas as organizações com as quais você está ligado de alguma forma são burocracias, regidas por regulamentos que criam direitos e obrigações. A burocracia é um estágio na evolução das organizações.

Decorrente de sua importância, vários cientistas estudaram as organizações, destacando-se, entre eles, Weber (1982, p. 229) que discorre sobre a burocracia nas organizações e apresenta sua forma de funcionamento:

A burocracia moderna funciona da seguinte forma específica:

I. Rege o princípio de áreas de jurisdição fixas e oficiais, ordenadas de acordo com regulamentos, ou seja, por leis ou normas administrativas.

1. As atividades regulares necessárias aos objetivos da estrutura governada burocraticamente são distribuídas de forma fixa como deveres oficiais.

2. A autoridade de dar as ordens necessárias à execução desses deveres oficiais se distribui de forma estável, sendo rigorosamente delimitada pelas normas relacionadas com os meios de coerção, físicos, sacerdotais ou outros, que possam ser colocados à disposição dos funcionários ou autoridades.

3. Tomam-se medidas metódicas para a realização regular e contínua desses deveres e para a execução dos direitos correspondentes; somente as pessoas que têm qualificações previstas por um regulamento geral são empregadas. [...]

II. Os princípios da hierarquia dos postos e dos níveis de autoridades significam um sistema firmemente ordenado de mando e subordinação, no qual há uma supervisão dos postos inferiores pelos superiores [...].

III. A administração de um cargo moderno se baseia em documentos escritos (“os arquivos”), preservados em sua forma original ou em esboço. [...]

IV. A administração burocrática, pelo menos toda a administração especializada - que é caracteristicamente moderna - pressupõe habitualmente um treinamento especializado e completo. [...]

V. Quando o cargo está plenamente desenvolvido, a atividade oficial exige a plena capacidade de trabalho do funcionário, a despeito do fato de ser rigorosamente delimitado o tempo de permanência na repartição, que lhe é exigido. [...]

VI. O desempenho do cargo segue regras gerais, mais ou menos estáveis, mais ou menos exaustivas, e que podem ser aprendidas.

Tal estrutura, quando estabelecida, finca sólidas estruturas, conforme expõe Weber (1982, p. 264):

Quando se estabelece plenamente, a burocracia está entre as estruturas sociais mais difíceis de destruir. A burocracia é o meio de transformar uma “ação comunitária” em “ação societária” racionalmente ordenada. Portanto, como instrumento de “socialização” das relações de poder, a burocracia foi e é um instrumento de poder de primeira ordem — para quem controla o aparato burocrático.

A estrutura burocrática, como apresentada há mais de um século, alinha-se com a atual dinâmica das organizações, que operam em ambientes globalizados, utilizando-se de tecnologias integradoras e que possibilitam comunicações de maneira cada vez mais rápida e em tempo real, permitindo análises de gigantescos bancos de dados por softwares e hardwares extremamente ágeis e avançados tecnologicamente, decorrendo no maior controle e melhorias nos processos organizacionais, tal qual exposto por Weber (1982, p. 250) àquela época, com a diferença que a burocracia hoje está no mundo computacional:

Hoje, é principalmente a economia mercantil capitalista que exige que os negócios oficiais da administração sejam feitos com precisão, sem ambiguidades, continuamente, e com a maior velocidade possível. Normalmente, as empresas capitalistas modernas, muito grandes, são em si mesmas modelos sem igual da organização burocrática rigorosa. A administração comercial baseia-se, em toda parte, cada vez mais na precisão, constância, e, acima de tudo, rapidez de operação. Isso, por sua vez, é determinado pela natureza peculiar dos modernos meios de comunicação, inclusive, entre outras coisas, os serviços noticiosos da imprensa. O aumento extraordinário da velocidade pela qual as comunicações públicas, bem como os fatos econômicos e políticos são transmitidos, exerce uma pressão constante e aguda no sentido de intensificar o ritmo da reação administrativa em relação a várias situações. O ótimo desse tempo de reação só é alcançado normalmente através de uma rigorosa organização burocrática. A burocratização oferece, acima de tudo, a possibilidade ótima de colocar-se em prática o princípio de especialização das funções administrativas, de acordo com considerações exclusivamente objetivas. Tarefas individuais são atribuídas a funcionários que têm treinamento especializado e que, pela prática constante, aprendem cada vez mais. O cumprimento “objetivo” das tarefas significa, primordialmente, um cumprimento de tarefas segundo regras calculáveis e “sem relação com pessoas”.

Evidentemente, o entendimento organizacional de Weber não é único, tendo seus estudos influenciado outros pesquisadores sobre a teoria das organizações. Ademais, as inúmeras mudanças que atingiram as organizações evidenciam os problemas do seu estudo, como apontam Clegg e Hardy (1998, p. 30):

Essas mudanças [no mundo] têm grandes implicações para nosso entendimento sobre o que são estudos organizacionais. Não se tem certeza, se é que ela já existiu, sobre o que são as organizações; também não se tem certeza sobre como elas devem ser estudadas, a posição do pesquisador, o

papel da metodologia, a natureza da teoria. Definir os estudos organizacionais hoje não é, por nenhum meio, tarefa fácil.

A organização, como uma interação entre aspectos técnicos formais e de relações humanas, em uma estrutura coordenada e com uma finalidade objetiva, resulta em uma complexidade de possibilidades para a sua compreensão.

Para ilustrar essa complexidade, Morgan (2000), utilizou-se de uma série de metáforas para discorrer sobre as organizações e suas diferentes concepções, ou imagens, conforme Figura 4.

**Figura 4 – Imagens da Organização**

<b>Metáfora – Imagem da organização</b>	<b>Entendimento organizacional</b>
A mecanização assume o comando: as organizações vistas como máquinas.	São estruturas racionalmente planejadas e estruturadas para atingir determinados fins.
A natureza entra em cena: as organizações vistas como organismos.	Alinham-se a um organismo vivo, procurando adaptar-se e sobreviver em ambientes em mudança.
Aprendizagem e auto-organização: as organizações vistas como cérebros.	São estruturas processadoras de informações, pois as mesmas possuem sistemas de informações, comunicações e tomada de decisões.
Criação da realidade social: as organizações vistas como culturas.	Vistas como minissociedades, com valores, rituais, ideologias e crenças próprios.
Interesses, conflito e poder: as organizações como sistemas políticos.	A estrutura é dominada por padrões de interesses concorrentes, conflitos e jogos de poder. Os dirigentes eficazes utilizam o conflito com habilidade e como força positiva para conciliar os interesses em prol da organização.
Explorando a caverna de Platão: as organizações vistas como prisões psíquicas.	Com apoio das teorias psicanalíticas, as organizações são criadas e sustentadas por processos conscientes e inconscientes, com a noção de que as pessoas podem tornar-se dependentes de imagens, ideias e pensamentos criadas por elas mesmas.
Revelando a lógica da mudança: a organização como fluxo de transformação.	Processos mais profundos e complexos são operados nas organizações sendo explorados à luz de novas ciências de caos, complexidade e paradoxo, relacionando o mundo empírico com uma ordem organizacional implícita.
A face repulsiva: as organizações como instrumentos de dominação.	As dimensões éticas e o impacto social das organizações são expostos, levando a uma nova consciência social de seus administradores.

Fonte: Elaboração própria.

Não há um modelo universal e verdadeiro que congregue todas as facetas de uma organização, conforme Morgan (2000, p. 30) reconhece: “não existem teorias certas ou erradas na administração num sentido absoluto, pois toda teoria ilumina e esconde.”

De fato, o que se faz necessário é definir o modelo organizacional que, de acordo com Guerrini et al. (2014, p. 22):

[...] é uma representação de estrutura, atividades, processos, informações, recursos, pessoal, comportamento, objetivos e restrições das empresas comerciais, governamentais ou de qualquer outra natureza, a fim de auxiliar a compreender as complexas interações entre organizações e pessoas.

[...] O modelo fornece, de forma natural, uma possibilidade para os participantes abordarem questões e fenômenos relacionados com sua parte do negócio e verem o impacto de suas decisões ou conhecer os requisitos de todos os processos da organização. [...] Podem ser usados para representar e discutir como projetar e melhorar processos organizacionais e como desenvolver estratégias futuras.

Para Guerrini et al. (2014, p. 23-24) a modelagem organizacional pode ocorrer

[...] sob três vertentes: teoria de sistemas, que apresenta uma visão abrangente da modelagem organizacional; integração de empresas, que apresenta uma visão de modelagem dos processos de chão de fábrica; e gestão de conhecimento, que faz a ligação entre a visão sistêmica e a integração de empresas.

A visão sistêmica de uma organização é abordada por diversos autores, como Padoveze (2015, p. 15) ao tratar dos Sistemas de informações Contábeis:

As organizações empresariais interagem com o ambiente e a sociedade de maneira completa. A empresa é um sistema em que há recursos introduzidos, que são processados, e há a saída de produtos ou serviços. Uma empresa é considerada um sistema aberto em razão de sua interação com a sociedade e o ambiente onde ela atua. Essa interação com a sociedade provoca influência nas pessoas, aumento nos padrões de vida e o desenvolvimento da sociedade.

Rezende e Abreu (2017, p. 4) trata das mesmas como um sistema:

O conceito geral de sistema passou a exercer significativa influência na *administração*, sob a óptica da ciência, favorecendo a *abordagem sistêmica*, que representa a organização em sua totalidade, com seus recursos e seu meio ambiente interno e externo.

A administração pode ser entendida como uma ciência que estuda as organizações e seu meio ambiente interno e externo. A gestão, como a aplicação da ciência da administração. E o planejamento, a informação, a tecnologia da informação e os sistemas são instrumentos ou recursos para gestão.

Nesse sentido, para a *ciência administrativa* fazer efeito, é necessária a *ciência sistêmica* e vice-versa, uma depende da outra.

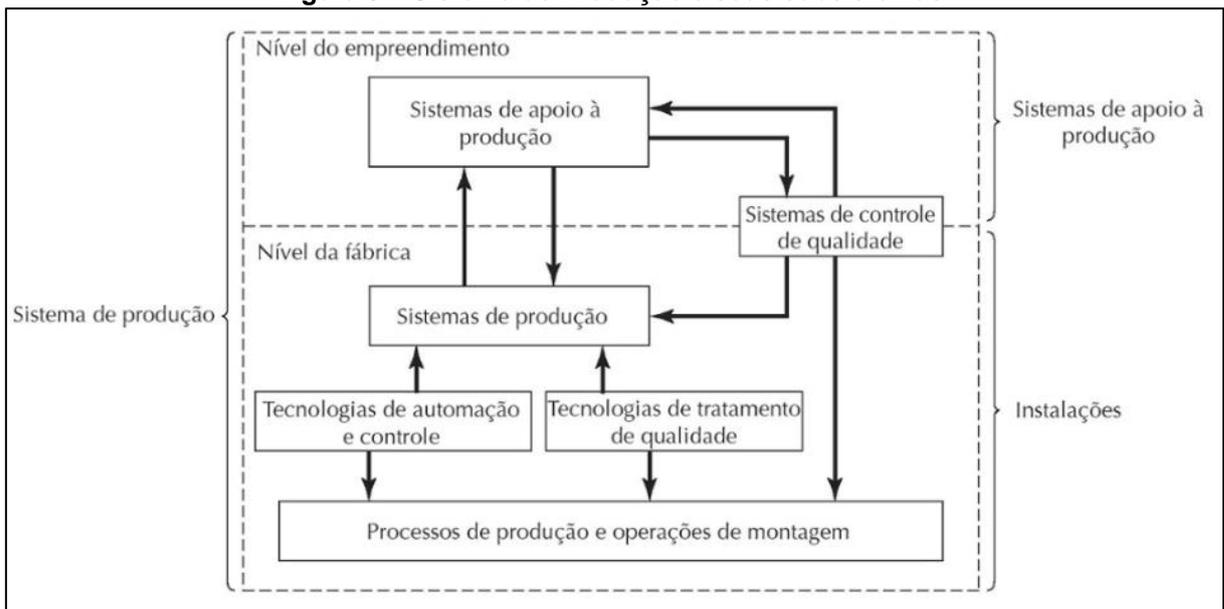
Chiavenato (2003, p. 410-411) reconhece que a Teoria Geral da Administração percorreu diversos caminhos até a abordagem sistêmica e seu profundo impacto no pensamento administrativo.

A Teoria Geral da Administração passou por uma forte e crescente ampliação do seu enfoque desde a abordagem clássica – passando pela humanística, neoclássica, estruturalista e behaviorista – até a abordagem sistêmica. Na sua época, a abordagem clássica havia sido influenciada por três princípios intelectuais dominantes em quase todas as ciências no início do século passado: o reducionismo, o pensamento analítico e o mecanicismo. [...]. Com o advento da Teoria Geral dos Sistemas, os princípios do reducionismo, do pensamento analítico e do mecanicismo passam a ser substituídos pelos princípios opostos do expansionismo, do pensamento sintético e da teleologia. [...].

Com esses três princípios [...] a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) permitiu o surgimento da Cibernética e desaguou na Teoria Geral da Administração redimensionando totalmente suas concepções. Foi uma verdadeira revolução no pensamento administrativo. A teoria administrativa passou a pensar sistematicamente.

A Figura 5 oferece uma visão dos sistemas organizacionais de produção e seus subsistemas de instalações e de apoio.

**Figura 5 – Sistema de Produção e seus subsistemas**



Fonte: GROOVER, M. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. p. 16.

As tecnologias decorrentes da constante busca de aprimoramento pelo homem, por vezes resultam em inovações radicais e disruptivas, levando a organização a abandonar as competências até então detidas, resultando em novas estruturas

chamadas pós-modernas. Nessa nova organização, a estrutura é descentralizada para maior agilidade e rapidez na tomada de decisão. As atividades organizacionais, antes centralizadas, são distribuídas pela estrutura organizacional, uma vez que os avanços da tecnologia, notadamente da Tecnologia da Informação, possibilitam a adoção de sistemas que preservam a agregação organizacional. Por fim, ocorre a ressignificação da hierarquia, que visa coordenar e controlar as ações das pessoas na organização e seus outros elementos constituintes, como: conhecimento, espaço e capacidade produtiva.

Ao discutir o desenho da estrutura organizacional, Mintzberg (2017, p. 12) utiliza a seguinte abordagem:

Toda atividade humana organizada – desde fabricar vasos a levar o homem à Lua – dá origem a duas exigências fundamentais e opostas: a *divisão do trabalho* em várias tarefas a serem executadas e a coordenação dessas tarefas para a realização da atividade. A estrutura de uma organização pode ser definida simplesmente com a soma total das maneiras pelas quais o trabalho é dividido em tarefas distintas e, depois, como a coordenação é realizada entre essas tarefas.

Assim, nenhuma organização prescinde de uma determinada estrutura organizacional, tendo o controle como principal foco, conforme Jones (2010, p. 6, grifo nosso):

Uma vez que um grupo de pessoas fundou uma organização para atingir objetivos coletivos, a estrutura organizacional molda-se para aumentar a eficácia do controle das atividades necessárias para atingir esses objetivos. Estrutura organizacional é o sistema formal de tarefas e relações de autoridade que controla como as pessoas coordenam suas ações e usam recursos para alcançar objetivos organizacionais. **O propósito principal da estrutura organizacional é o controle: controlar a maneira como as pessoas coordenam suas ações para alcançar objetivos organizacionais e os meios usados para motivar pessoas a atingir esses objetivos.**

### 2.3 Administração da organização

Constituída a organização, como uma máquina social com potencial de realização maior do que o esforço individual para a concretização de um objetivo específico, decorre a necessidade de gerenciar a execução das atividades individuais, para a combinação e a direção dos recursos que serão utilizados, visando atingir o quanto desejado com a maior eficiência e eficácia. Assim, faz-se necessário

administrar a organização e concentrar-se em manter a estrutura por meio do planejamento, organização, execução e controle, que são as funções gerenciais da administração. A palavra administração origina-se do latim *ad* (direção) e *minister* (obediência) significando, originalmente, aquele que presta serviço à outrem. Ao longo do tempo este significado foi sendo submetido a profundas alterações, decorrente de ampliações e aprofundamentos resultantes de diferentes Teorias da Administração (HAMPTON, 1983; CHIAVENATO; 2014; MAXIMIANO, 2002).

A administração das organizações é de extrema relevância, conforme aponta Chiavenato (2014, p. 8, grifo nosso):

[...] A administração nada mais é do que a condução racional das atividades de uma organização, seja lucrativa ou não lucrativa. A administração trata do planejamento, da organização (estruturação), da direção e do controle de todas as atividades, diferenciadas pela divisão de trabalho, que ocorram dentro de uma organização. **Assim, a administração é imprescindível para a existência, a sobrevivência e o sucesso das organizações.**

A administração é o campo de estudo da Teoria Geral da Administração – TGA que, conforme Chiavenato (2014, p. 8), “[...] se ocupa do estudo da administração em geral, não importa onde ela seja aplicada, se nas organizações lucrativas (empresas) ou nas não lucrativas. A TGA trata do estudo da administração das organizações.”

Os estudos da TGA resultam em uma diversidade de teorias, conforme aponta Hampton (1983, p. 8)

Embora palavras como planejamento, organização, direção e controle evoquem imagens de que a administração seja reflexiva, racional e sistemática, há pesquisadores que gastam um bom tempo observando gerentes em ação, e que chegaram à conclusão de que, na realidade, a administração é mais refletida do que reflexiva, mais emoção do que racionalidade e mais caótica do que sistemática.

Para Chiavenato (2014, p. 13-14) a pluralidade de teorias administrativas deriva da complexidade das organizações:

Tudo em administração depende da situação e das circunstâncias. Tudo nela é relativo por causa da complexidade das organizações. Por isso, existem várias teorias a respeito da administração. Cada uma delas ensina a discernir o que é relevante e a guiar suas ações e o que deve ser feito em cada situação ou circunstância. Cada teoria funciona como um modelo de pensar sobre o curso de ação diante de uma situação específica. Todo administrador busca resultados, mas sem a teoria adequada para chegar lá será apenas um palpiteiro ou um opinador às cegas. Teorias científicas são declarações que predizem como o mundo real vai responder quando provocado de certa

maneira. E o que confirma ou nega qualquer teoria é a resposta que o mundo dá a ela.

Tanto o significado como o conteúdo da administração sofreram uma formidável ampliação e aprofundamento por meio das diferentes teorias [...]. O conteúdo do estudo da administração varia de acordo com a teoria ou a escola considerada, e cada autor tende a abordar as variáveis e os assuntos típicos da orientação teórica de sua escola ou teoria.

[...] Cada uma dessas seis variáveis – tarefas, estrutura, pessoas, ambiente, tecnologia e competitividade – provocou, ao seu tempo, uma diferente teoria administrativa, marcando um gradativo passo no desenvolvimento da Teoria Geral da Administração (TGA). Cada teoria administrativa privilegia ou enfatiza uma ou mais dessas seis variáveis.

Em face dessa complexidade, cada teoria busca propor um modelo melhor para o alcance dos objetivos organizacionais, em função de diferentes matizes. O ambiente organizacional do século XXI apresenta novos desafios e a inserção de temas que até então não integravam o cotidiano das empresas, como questões relacionadas ao meio ambiente e de gênero, e requerem uma atenção cada vez maior dos administradores. As redes sociais; o comportamento e demandas das novas gerações; questões geopolíticas, como ressurgimento do protecionismo em oposição a globalização, opção de nações como os Estados Unidos e a Inglaterra; a ascensão da China como potência mundial, entre outros, acrescentam parâmetros que até então estavam distantes do cotidiano organizacional. Mesmo para Drucker (1999), ao discorrer sobre os desafios gerenciais para o séc. XXI, tais fenômenos não integravam as certezas que ele apontava à época:

Na verdade, são cinco os fenômenos que podem ser considerados certezas [...]

- Taxa de natalidade em queda no mundo desenvolvido.
- Mudanças na distribuição de renda disponível.
- Definição de desempenho.
- Competitividade global.
- Crescente incongruência entre globalização econômica e estilhaçamento político (DRUCKER, 1999, p. 43).

A esse novo cenário, adiciona-se o avanço tecnológico, que agrega soluções disruptivas para as mais diversas necessidades humanas, demandando das empresas uma velocidade cada vez maior de adaptação, com o emprego cada vez mais intensivo e integrado de tecnologias, resultando no que é chamado de quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0. Tem-se, assim, um cenário em que as teorias da administração são reexaminadas, com a possibilidade de proposição de novas alternativas.

A ampliação do escopo da TGA apresenta um encadeamento:

A TGA começou com ênfase nas tarefas (atividades executadas pelos operários em uma fábrica), por meio da Administração Científica, de Taylor. A seguir, a preocupação básica passou para a ênfase na estrutura, com a Teoria Clássica, de Fayol, e com a Teoria da Burocracia, de Weber, seguindo-se mais tarde a Teoria Estruturalista. A reação humanista surgiu com a ênfase nas pessoas, por meio da Teoria das Relações Humanas, mais tarde desenvolvida pela Teoria Comportamental e pela Teoria do Desenvolvimento Organizacional. A ênfase no ambiente surgiu com a Teoria dos Sistemas, sendo completada pela Teoria da Contingência, que, posteriormente, desenvolveu a ênfase na tecnologia. Mais recentemente, as novas abordagens trouxeram à tona a emergente necessidade de competitividade das organizações em um mundo globalizado e carregado de mudanças e transformações. Assim, cada uma dessas seis variáveis – tarefa, estrutura, pessoas, ambiente, tecnologia e competitividade – provocou, a seu tempo, uma diferente teoria administrativa, marcando um gradativo passo no desenvolvimento da TGA. Cada teoria administrativa privilegia ou enfatiza uma ou mais dessas variáveis (CHIAVENATO, 2014, p. 14-15).

Um resumo das teorias administrativas e seus enfoques é apresentado na Figura 6.

**Figura 6 – Teorias administrativas e seus principais enfoques.**

Ênfase	Teorias administrativas	Principais enfoques
<b>Nas tarefas</b>	Administração Científica	Racionalização do trabalho no nível operacional
<b>Na estrutura</b>	Teoria Clássica	Organização formal
	Teoria Neoclássica	Princípios gerais da administração Funções do administrador
	Teoria da Burocracia	Organização formal burocrática Racionalidade organizacional
	Teoria Estruturalista	Múltipla abordagem: Organização formal e informal Análises intraorganizacional e interorganizacional
<b>Nas pessoas</b>	Teoria das Relações Humanas	Organização informal Motivação, liderança, comunicações e dinâmica de grupo
	Teoria do Comportamento Organizacional	Estilos de administração Teoria das decisões Integração dos objetivos organizacionais e individuais
	Teoria do Desenvolvimento Organizacional	Mudança organizacional planejada Abordagem de sistema aberto
<b>No ambiente</b>	Teoria Estruturalista	Análises intraorganizacional e ambiental Abordagem de sistema aberto
	Teoria da Contingência	Análise ambiental (imperativo ambiental) Abordagem de sistema aberto
<b>Na tecnologia</b>	Teoria da Tecnologia	Administração da tecnologia (imperativo tecnológico)
<b>Na competitividade</b>	Novas abordagens na administração	Caos e complexidade
		Aprendizagem organizacional Capital intelectual

Fonte: CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2014. p. 14.

A abundância de teorias administrativas deve-se a ênfase que cada uma carrega em seu escopo e que, de tempos em tempos, é revisada à luz de novas condições e demandas dos mais variados fatores. Um bom exemplo ocorreu no Japão, quando Taiichi (2015) implementou a gestão dos postos de trabalho, dando origem ao “Sistema Toyota de Produção” - STP, constituindo-se na base para o desenvolvimento do *lean manufacturing* (LIKER, 2004).

O fato, é que os problemas atuais das organizações demandam novas soluções, como aponta Laloux (2017, p. 4):

A nossa forma de lidar com os problemas atuais das organizações muitas vezes parece piorar as coisas, não melhorar. A maioria das organizações já passou por muitas rodadas de programas de mudanças, fusões, centralizações e descentralizações, novos sistemas de TI, novas definições de missão, novos *scorecards*, ou novos sistemas de incentivo. Parece que estamos levando ao limite a forma atual como conduzimos as organizações, e essas receitas tradicionais muitas vezes parecem ser parte do problema, não da solução.

Ao avaliar os mais diversos aspectos, as teorias da administração resultam em um leque de possibilidades, sendo inevitável o questionamento: qual ideia é a melhor? Uma resposta para essa questão é apresentada por Maximiano (2002, p. 31-32, grifo nosso):

Tudo depende.

Algumas teorias procuram oferecer soluções universais, para todos os problemas ou situações. Segundo Peter Drucker, era essa a proposta dos primeiros autores da administração e dos primeiros grandes empresários da moderna era industrial [...]. Eles definiram técnicas e estruturas que deveriam funcionar em todos os casos. Outras teorias fornecem aos administradores a possibilidade de escolher entre modelos de gestão e estilos, cada um apropriado para uma situação. **A medida que a administração amadurece, a pesquisa mostra, repetidamente, que muitas ideais são úteis em determinadas situações, mas não em outras.** Algumas teorias servem para determinados gerentes, mas não para outros. Isso fez surgir uma escola de pensamento chamada teoria da situação ou teoria situacional [...] [que] estabelece que não há maneira de administrar que seja melhor que outra. A solução “melhor” depende do ambiente da organização, de sua tecnologia e de vários outros fatores. Em resumo, depende da situação.

Inobstante essa avaliação, os conceitos de Administração Científica lançados por Taylor, com a organização racional do trabalho e a divisão do trabalho entre gerência e execução, estabelecendo o tempo-padrão e o conceito da eficiência, aliado aos estudos de Taylor, com sua Teoria Clássica da Administração, que define a administração como um ato de prever, organizar, comandar e controlar, fincaram

profundas raízes no modo de conduzir as organizações, sendo suas influências percebidas até os dias atuais nos mais diferentes campos da gestão organizacional (CHIAVENATO, 2014).

Conforme Drucker (1981, p. 329, grifo nosso), um dos maiores teóricos da administração do século XX, o que se procura administrar e controlar é o homem, um recurso extremamente importante para as organizações:

O administrador trabalha com um recurso específico: o homem. E o ser humano é um recurso único, exigindo qualidades especiais de quem tenta trabalhar com ele.

Pois o homem, e somente o homem, não pode “ser trabalhado”. Há sempre uma relação bilateral entre dois indivíduos, jamais uma relação homem/recurso. E é da própria natureza deste inter-relacionamento o fato de alterar ambas as partes – sejam elas marido e mulher, pai e filho, ou administrador e subordinado.

“Trabalhar” o ser humano sempre significa desenvolvê-lo. E a direção deste desenvolvimento irá decidir se o ser humano – como indivíduo e como recurso – tornar-se-á mais produtivo ou se passará com o tempo com o tempo a ser totalmente improdutivo. Nunca é demais ressaltar que isto se aplica não apenas ao indivíduo administrado, mas também ao administrador. **O fato deste conseguir desenvolver seus subordinados na direção certa**, de ajuda-los a crescer e a se tornar pessoas melhores e mais ricas irá determinar se ele próprio irá conseguir se desenvolver, crescer ou não, enriquecer ou empobrecer, se aperfeiçoar ou decair.

Assim, o administrador deverá buscar, diante de várias opções, o conhecimento necessário para a condução da organização aos seus objetivos. Utilizar o conhecimento originado de várias teorias, permite a construção de um conjunto de ações que, ao serem lógica e estrategicamente integradas, possibilitarão o controle e a gestão de maneira eficaz e eficiente, essa, a verdadeira missão do gestor, como alerta Drucker (1990, p. 13):

O que acontece dentro de qualquer organização é esforço e custo. Falar em “centros de custo” em um negócio, como estamos acostumados a fazer, é um pouco de eufemismo. Há apenas centros de esforços. Quanto menos uma organização tiver de fazer para produzir resultados, tanto melhor ela estará executando o trabalho. Necessitar de 100.000 empregados para produzir os automóveis ou o aço que o mercado está necessitando é, essencialmente, uma grande imperfeição da engenharia. Quanto menor o número de empregados, o tamanho e a atividade interna, tanto mais perto da perfeição estará a organização em termos de sua única razão de existência: o serviço para o ambiente.

## 2.4 Planejamento e controle

Desde a mais remota necessidade de locomover-se em longas viagens para regiões desconhecidas, por imposição dos ciclos da natureza, seja por terra ou pelos mares e oceanos, até a construção de complexos processos produtivos da atualidade, o homem pratica o planejamento. Não há como conceber realizações como a construção das Grande Pirâmides no Egito e o surgimento de vastos impérios na antiguidade, como o Persa e o Romano, sem a prática de um planejamento.

Conforme Silva (1965, p. 56-57), o trabalho de Fayol teve o grande mérito de contribuir para a disseminação do planejamento nas organizações:

Outro grande mérito de Fayol deriva de seu pioneirismo na concepção e propagação de planejamento global e a longo prazo. Com efeito, Fayol foi o grande e límpido precursor do planejamento moderno.

[...] Uma das melhores definições de plano que se conhecem, definição que se ajusta como uma luva aos planos de longo prazo, deu-a Fayol, nos seguintes termos:

“O plano de ação e, ao mesmo tempo, o resultado visado, a linha de conduta a seguir, as etapas a vencer, os meios e empregar. É uma espécie de quadro do futuro, em que os acontecimentos próximos figuram com certa nitidez, segundo a ideia que deles se forme, e em que os acontecimentos remotos aparecem gradualmente mais vagos. É a marcha da empresa, prevista e preparada para um período determinado de tempo.”

Conforme Newman (1981, p. 21) “planejar é decidir antecipadamente o que deve ser feito; ou seja, um plano é uma linha de ação pré-estabelecida.”

Ackoff (1974) entende que um plano deve conter cinco partes: 1) fins; 2) meios; 3) recursos; 4) implantação e 5) controle. Para ele, controle é a “determinação de procedimentos para antecipar ou detectar erros no plano ou falhas na sua execução e para prevenir ou corrigir continuamente estes erros e estas falhas.” (ACKOFF, 1974, p. 4).

O processo de controle envolve quatro etapas:

1. Prever os resultados de decisões na forma de medidas de desempenho.
2. Reunir informação sobre o desempenho real.
3. Comparar o desempenho real com o previsto.
4. Verificar quando uma decisão foi deficiente e corrigir o procedimento que a produziu e suas consequências, quando possível. (ACKOFF, 1974, p. 78).

Conforme Mintzberg (2017, p. 88) os sistemas de planejamento e controle estão integrados:

O propósito de um plano é especificar um *output* desejado – um padrão – em algum momento futuro. O propósito do controle é avaliar se o padrão foi ou não alcançado. Assim, o planejamento e o controle seguem juntos, como o provérbio do cavalo e da carroça: não pode haver controle sem planejamento, e os planos perdem sua influência sem controles de acompanhamento. Juntos, os planos e os controles regulam os *outputs* e, indiretamente, o comportamento.

Decidir antecipadamente, implica em antever as necessidades e demandas futuras a serem supridas para a consecução de objetivos. Conforme Minois (2016, p. 9) o homem sempre prevê:

Desde que existe, o homem prevê. Quando desenha um bisão cravado de flechas nas paredes de uma caverna, ele representa tanto a caça de ontem como a de amanhã. E o desenho é ao mesmo tempo um feitiço, um ato mágico que se destina a garantir o sucesso de seu ato. Com um único gesto, ele antecipa e força a natureza ou os espíritos a agir. O homem manifesta desse modo que já, para ele no alvorecer da humanidade, prever é controlar o futuro. [...]. O homem pré-histórico, primeiro adivinho e primeiro profeta, associa a vontade de controlar o meio ambiente e o futuro imediatos. Mas enquanto a dominação das três dimensões espaciais progride, graças a técnicas cada vez mais eficientes, a dominação do tempo continuará a ser uma eterna ilusão. O homem de hoje conhece tanto seu futuro quanto o caçador de Neandertal [...].

Portanto, o planejamento é de basilar relevância para a organização, desde a muito alçada a essa posição, como apontado por Fayol (2015, p. 65-66) ao findar o século XIX:

A máxima “governar é prever” dá uma ideia da importância que se atribui à *previsão* no mundo dos negócios. [...]. *Prever*, aqui, significa ao mesmo tempo calcular o futuro e prepara-lo; é; desde logo, agir. A *previsão* tem uma infinita variedade de ocasiões e de maneiras de se manifestar; sua principal manifestação, sua pedra de toque, seu instrumento mais eficaz é o *programa de ação*. O *programa de ação* e; ao mesmo tempo, o resultado visado, a linha de conduta a seguir, as etapas a vencer, os meios a empregar; uma espécie de quadro do futuro em que os acontecimentos próximos figuram com certa clareza, segundo ideias preconcebidas, e onde os acontecimentos distantes surgem mais ou menos vagos; é a marcha da empresa prevista e preparada para certo tempo. A preparação do *programa de ação* é uma das operações mais importantes e mais difíceis de toda empresa; ela põe em jogo todos os serviços e todas as funções e particularmente a função *administrativa*. [...]. Ninguém contesta a utilidade do programa de ação; é indispensável que antes de agir se saiba o que se pode e o que se quer fazer. [...] o programa de ação é *indispensável*.

A importância do planejamento também foi destacada por Ackoff (1975, p.1):

Sabedoria é a capacidade de prever as conseqüências, a longo prazo, de ações atuais, a disposição de sacrificar ganhos a curto prazo em favor de benefícios a longo prazo e a habilidade de controlar o que é controlável e de não se afligir com o que não o é. A essência da sabedoria, portanto, é a preocupação com o futuro. Não é, porém, a preocupação com o futuro que o adivinho tem; ele só tenta prevê-lo. O sábio tenta *controlar* o futuro.

Planejamento é a definição de um futuro desejado e de meios eficazes de alcançá-lo. É um instrumento usado pelo sábio, mas não só por ele. Quando utilizado por homens de capacidade inferior, este instrumento se transforma num ritual irrelevante que produz paz de espírito a curto prazo, mas não o futuro que se deseje.

A necessidade de planejamento empresarial é tão óbvia e tão grande, que é difícil para qualquer pessoa se opor a ela. Porém, é ainda mais difícil tomar tal planejamento útil. Planejamento é uma das atividades intelectuais mais complexas e difíceis nas quais um homem pode se envolver. Não fazê-lo bem não é um pecado, mas contentar-se em fazê-lo pior do que seria possível, é imperdoável.

Alinham-se os autores tanto na importância da previsão, sendo materializada em um plano de ação ou em um planejamento, assim como na necessidade de o mesmo ser permissivo para admitir e assimilar as incertezas do meio:

O programa deve ser *bastante flexível*, suscetível de se adaptar às modificações julgadas necessárias, seja sob a pressão dos acontecimentos, seja por outra razão qualquer. Depois, como antes, ele é a lei ante a qual todos se inclinam. (FAYOL, 2015, p. 67)

Ackoff reconhece três filosofias de planejamento: *satisfação*, *otimização* e *adaptação*, sendo que esse último apresenta aspectos como:

Finalmente, há aspectos do futuro que não podemos antecipar; por exemplo, catástrofes naturais ou políticas ou descobertas tecnológicas. Não podemos nos preparar para isto diretamente, mas podemos fazê-lo indiretamente, através de planejamento *adaptável*. Tal planejamento se destina a montar uma organização e um sistema para administrá-la, capaz de detectar rapidamente desvios daquilo que é esperado e responder a eles eficazmente. Portanto, o planejamento adaptável consiste em inserir adaptatividade e flexibilidade numa organização. (ACKOFF, 1975, p. 12).

Portanto, para gestão da execução do planejamento à luz da realidade do meio, tanto interno quanto externo, no qual a organização está inserida, o controle do sistema transformacional da organização é de extrema importância e requer a utilização de indicadores de desempenho.

Planejar é uma ação que impõe a tomada de decisão para a seleção de projetos e objetivos, dentre os inúmeros possíveis, e posteriormente decidir sobre como serão alcançados, em meio as várias possibilidades que os meios proporcionam. Uma vez

tomada a decisão por um determinado plano de ação, são definidos os seus padrões de controle, visando maximizar a concretização do quanto almejado nos parâmetros planejados (KOONTZ; WEIHRICH; CANNICE, 2009).

As escolhas ou decisões são necessárias porque os recursos são escassos e esses podem ser operados de inúmeras formas.

Todo planejamento implica incertezas e riscos. Todo plano é uma ação com resultados futuros e por mais rápido que esse futuro se torne presente, a incerteza e o risco estarão implícitas. Importante a diferenciação da incerteza e do risco, embora muitas vezes sejam tomados como iguais,

É lugar comum de qualquer curso elementar de gestão destacar a distinção entre riscos e incertezas. Embora equivocadamente tratados pelo senso comum como expressões sinônimas, são conceitos totalmente distintos. Enquanto o primeiro trabalha com variáveis passíveis de identificação, permitindo, por isso mesmo, calcular sua ocorrência, o segundo é composto por variáveis totalmente desconhecidas, impossibilitando mensurar seus impactos. Para a gestão de negócios, saber lidar com o grupo dos riscos já é um grande passo para a perpetuação da atividade empresarial, na medida em que a competição no mercado constitui por si só uma variável exógena de risco a ser considerada (NEVES; FIGUEROA, 2019, p. 21).

As organizações estão sujeitas cotidianamente à riscos e incertezas, que impactam significativamente em suas estruturas e processos. Knight (1972, p. 254) apresenta as consequências da incerteza e do risco:

No âmago do problema da incerteza, em economia, está o caráter de previsão do próprio processo econômico. Os bens são produzidos para satisfazer as necessidades; a produção dos bens requer tempo, e dois elementos da incerteza são introduzidos, correspondendo a duas espécies diferentes de previsão que devem ser realizadas. Primeiro, o fim das operações produtivas deve ser estimado desde o começo. É notoriamente impossível dizer com exatidão, quando se dá início à atividade produtiva, quais serão os seus resultados em termos físicos, que quantidades e qualidades de bens resultarão do dispêndio de determinados recursos. Segundo, as necessidades que os bens deverão satisfazer estão também no futuro, quando os bens serão produzidos, e sua previsão envolve a incerteza do mesmo modo. O produtor deve, então, estimar 1) a procura futura que ele pretende satisfazer e 2) os resultados futuros de suas operações ao tentar satisfazer essa procura. É desnecessário dizer que a conduta racional procura reduzir ao mínimo as incertezas envolvidas na adaptação dos meios aos fins (KNIGHT, 1972, p. 254).

Materializado o planejamento, após decisão decorrente da avaliação dos riscos e incertezas associados as diversas opções, faz-se necessário acompanhar a execução do plano traçado por meio do controle, cuja finalidade é:

[...] assegurar que os resultados do que foi planejado, organizado e dirigido se ajustem tanto quanto possível aos objetivos previamente estabelecidos. A essência do controle reside na verificação se a atividade controlada está ou não alcançando os objetivos ou resultados desejados. O controle consiste fundamentalmente em um processo que guia a atividade exercida para um fim previamente determinado (CHIAVENATO, 2003, p. 176).

Para Garcia (2017, p. 23), o controle do processo consiste em:

[...] fazer com que suas variáveis interajam de modo ordenado, mantendo-as o mais próximo possível de valores considerados ideais, diuturnamente. Saber quando, como e quanto mudar o valor de uma variável para obter uma melhor resposta do sistema constitui o problema central de uma estratégia de controle.

Fayol (2015, p. 26) considera que: “administrar é prever, organizar, comandar, coordenar e controlar.” Esse é o primeiro conceito dado à administração, vale destacar, há mais de um século.

Para Fayol, o controle em uma empresa consiste em:

[...] verificar se tudo ocorre de acordo como o programa adotado, as ordens são dadas e os princípios admitidos.  
Tem por objetivo assinalar as faltas e os erros, a fim de que se possa repará-los e evitar sua repetição.  
Aplica-se a tudo: às coisas, às pessoas, aos atos. Sob o ponto de vista administrativo, é preciso assegurar-se de que o programa existe, é aplicado e está em dia, e de que o organismo social está completo, os quadros sinópticos do pessoal são usados, o comando é exercido segundo os princípios adotados, as conferências de coordenação se realizam, etc. (FAYOL, 2015, p. 130)

O planejamento e o controle são elementos intrinsecamente ligados, conforme Koontz; Weihrich e Cannice (2009, p. 106, grifo nosso):

Ao criar um ambiente para o desempenho eficaz e funcional dos indivíduos que trabalham em grupo, a tarefa principal de um administrador é assegurar que todos compreendam o projeto a ser realizado e os objetivos do grupo, assim como os métodos para alcançá-los. Se o esforço do grupo estiver dirigido para a eficácia, as pessoas devem saber o que se espera que cumpram. Essa é a função do planejamento, a mais básica de todas as funções gerenciais. O planejamento inclui selecionar projetos e objetivos e decidir sobre ações necessárias para obtê-los; exige a tomada de decisões, isto é, escolher uma ação entre várias alternativas. Assim, os planos propiciam um enfoque racional para alcançar objetivos pré-selecionados. O planejamento também envolve com força a inovação gerencial [...]. Também é importante indicar que o **planejamento e o controle são inseparáveis; são os gêmeos siameses da administração**. Qualquer tentativa de controle sem um bom planejamento não tem sentido, pois não há uma forma de as

pessoas saberem se estão indo na direção que querem (o resultado da tarefa do controle), a menos que antes estejam seguras de onde querem ir (parte da tarefa do planejamento). Dessa maneira, os planos incluem os padrões de controle.

Os autores também apontam como ocorre o processo de controle básico:

As técnicas e sistemas de controle são essencialmente os mesmos para controlar o efetivo, os procedimentos administrativos, a ética organizacional, a qualidade do produto e qualquer outra coisa. O processo de controle básico, em qualquer local e independentemente do que se vai controlar, inclui três passos: 1) estabelecer padrões, 2) medir o desempenho em face desses padrões e 3) corrigir desvios dos padrões e do planejamento.

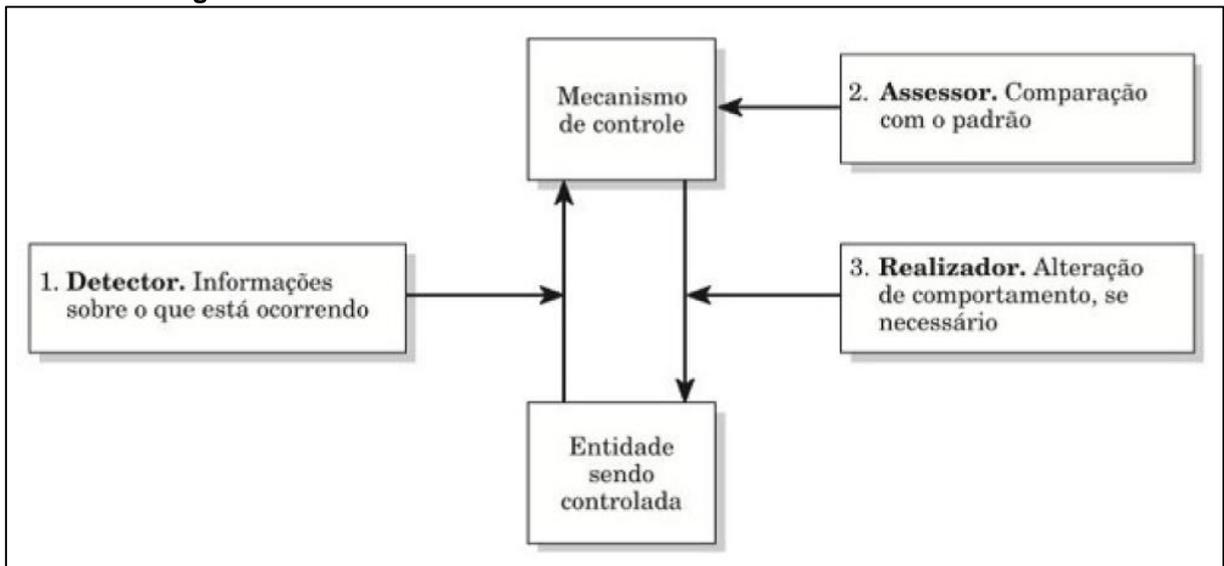
[...]. Os padrões são simplesmente critérios de desempenho. São pontos selecionados de todo um programa de planejamento, nos quais se estabelecem medidas de desempenho para que os administradores recebam indicações do que está acontecendo e não tenham de vigiar cada passo na execução do que foi planejado. (KOONTZ; WEIHRICH; CANNICE, 2009, p. 528).

Para Anthony e Govindarajan (2011, p. 2), todo processo de controle apresenta uma estrutura básica, com pelo menos quatro elementos:

- 1) Um mecanismo detector ou sensor – que mede o que realmente ocorre no processo que está sob o controle.
- 2) Um mecanismo assessor – que determina a importância das ocorrências, fazendo uma comparação em relação a algum padrão ou expectativa do que deveria estar ocorrendo.
- 3) Um mecanismo realizador – (frequentemente chamado de feedback) que altera o padrão de comportamento se o assessor indicar que ele precisa ser alterado.
- 4) Uma rede de comunicações – sistema que transmite as informações entre o detector e o assessor e entre o assessor e o realizador.

A estrutura desses elementos em um sistema de controle é apresentada na Figura 7.

Figura 7 – Estrutura básica dos elementos de um sistema de controle



Fonte: ANTHONY, R. N.; GOVINDARAJAN, V. **Sistemas de controle gerencial [recurso eletrônico]**. Porto Alegre: AMGH, 2011, p. 3.

Para o melhor funcionamento dessa estrutura de controle, um instrumento importante é o ciclo PDCA:

[...] do inglês, *Plan, Do, Check and Act* (planejar, executar, verificar ou monitorar e agir). É um método iterativo de gestão de quatro passos que se popularizou por sua aplicação em sistemas de gestão da qualidade para promover a melhoria contínua.

O PDCA é creditado à W. Edwards Deming, engenheiro americano que viveu de 1900 a 1993, referência em controle de qualidade em todo o mundo. O ciclo PDCA, definido por Deming como ciclo de Shewart, um físico que, na década de 1920 introduziu gráficos de controle na Bell Labs, baseia-se nos conceitos anteriores do método científico, que envolve formular uma hipótese, experimentá-la e fazer uma avaliação ao final do "ciclo". A versão deste ciclo de melhoria ficou consagrada como o PDCA.

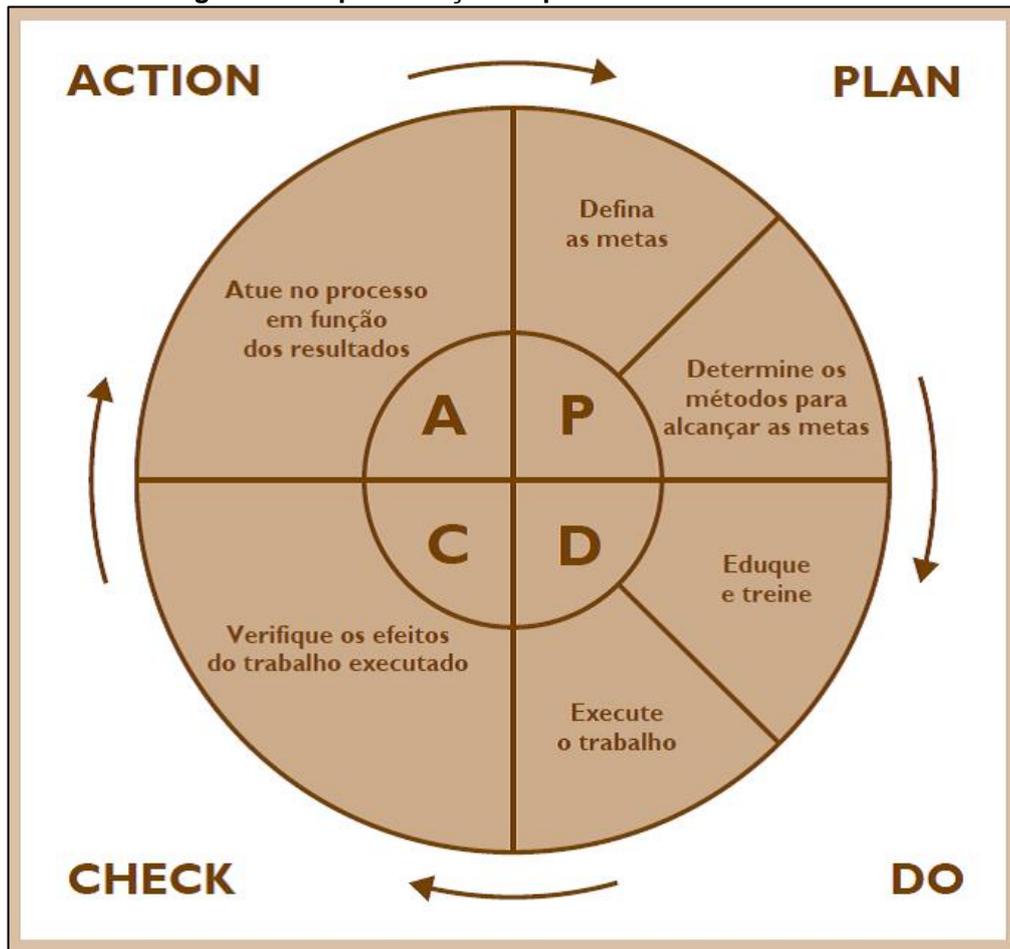
[...] Em programas Six Sigma, o ciclo PDCA é chamado de *definir, medir, analisar, melhorar e controlar* (DMAIC). Dentro da visão de melhoria contínua:

- » Planejar é estabelecer metas e processos para se atingir o objetivo;
- » Executar é pôr os processos em execução para se atingir o objetivo e, ao longo de sua execução, deve-se;
- » Monitorar para acompanhar a execução dos processos comparando seus resultados às metas estabelecidas e, quando as metas não são atingidas, é necessário;
- » Agir para se corrigir o processo para que seja possível, por fim, atingir o objetivo.

É raro encontrar ideias consensuais no mundo corporativo e de gestão atual. No entanto, conceitos fundamentais ainda conseguem realizar esse feito. Um bom exemplo desse consenso entre gestores, independentemente de seus níveis hierárquicos e indústria, é a ideia de que não se controla o que não se mede. Tal ideia pode ser complementada: pois só é possível controlar o que se mede, só é possível gerenciar o que se controla e só é possível administrar o que se gerencia. Dessa forma medições, métricas e indicadores são importantes para o gerenciamento eficiente (CALÓBA; KLAES, 2016, p. 2-3).

Esquemáticamente, o ciclo PDCA é representado na Figura 8.

Figura 8 – Representação esquemática do ciclo PDCA



Fonte: WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 30.

Para a efetivação do controle e utilização do PDCA é necessária a existência de uma estrutura que possibilite o registro de dados de forma ordenada e organizada, assegurando a sua fidedignidade, condições que são atendidas por meio da estruturação dos Sistemas de Informações – SI.

Dentre os vários usuários dos SI destacam-se as áreas de Contabilidade e Controladoria, que desempenham um papel de relevância no controle e avaliação dos resultados organizacionais, principalmente nas indústrias, que ao longo das Revoluções Industriais desenvolveram estruturas cada vez mais complexas. A evolução da Contabilidade, com foco na Controladoria e na necessidade de seu contínuo aprimoramento em função das novas tecnologias da Indústria 4.0 constitui a temática central, conforme a seção 2.7 – Contabilidade e Controladoria.

## 2.5 Sistemas de Informações - SI

Registrar o cotidiano é uma necessidade da humanidade. Conforme Fischer (2009, p. 25): “A escrita completa sem dúvida nasceu da necessidade de registrar itens do dia a dia. As mercadorias possivelmente tinham sido controladas no Oriente Médio por milhares de anos com pequenas fichas feitas de argila [...]”.

Desde o início, a gestão implicou no registro das operações, para apurar direitos, obrigações e resultados, partindo do registro em papiros no Egito antigo (LÉVÊQUE, 2009) e das fichas de argila até os modernos sistemas tecnológicos com o emprego de avançados softwares e hardwares em sistemas computadorizados.

Em uma pintura do ano de 1620 que retrata o cotidiano da época, podem ser observados os registros e controles utilizados e assim imaginar as dificuldades para a obtenção das informações quando necessário, conforme Figura 9.

**Figura 9 – The Payment of Tithes**



Fonte: BRUEGHEL, P., The younger. **The Payment of Tithes**. [1620]. Pintura óleo sobre painel. 75 cm x 120 cm. Coleção particular. Disponível em: <<https://www.artcurial.com/sites/default/files/pdf-catalog/2017-09/2657.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2019.

Necessário, portanto, que os sistemas de registro evoluíssem com o passar dos tempos, resultando na estruturação de um Sistema de Informação - SI.

Laudon e Laudon (2014, p. 13) apresentam a definição de um SI:

Um sistema de informação (SI) pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização. Além disso, os sistemas de informação também auxiliam os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos.

Os sistemas de informação contêm informações sobre pessoas, locais e itens significativos para a organização ou para o ambiente que a cerca. No caso, informação quer dizer dados que foram modelados em um formato significativo e útil para seres humanos. Dados, ao contrário, são sequências de fatos ainda não analisados, representativos de eventos que ocorrem nas organizações ou no ambiente físico, antes de terem sido organizados e dispostos de forma que as pessoas possam entendê-los e usá-los.

Stair e Reynolds (2002, p. 4 – 12) apresentam um SI como:

[...] um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, manipulam e disseminam dados e informações, proporcionando um mecanismo de feedback para atender a um objetivo.

[...] um conjunto de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam (processamento) e disseminam (saída) os dados e a informação [...].

Esses sistemas podem ser manuais ou computadorizados sendo que esses últimos requerem uma infraestrutura tecnológica que integram a estrutura de Tecnologia da Informação – TI que requer uma combinação de diversos elementos, conforme Stair e Reynolds (2002, p. 62):

Empregar tecnologia da informação e aumentar a capacidade de processamento pode elevar a produtividade dos empregados, expandir oportunidades de negócios e permitir mais flexibilidade. [...] um sistema de informação computadorizado (SIC) é a combinação de hardware, software, bancos de dados, telecomunicações, pessoas e procedimentos – todos organizados para prover a entrada de dados, processar e obter como saída as informações.

A estrutura de um Sistema de Informação – SI é representada na Figura 10.

Figura 10 – Sistema de Informação



Fonte: Elaboração própria

A partir do registro em papéis e formulários, os SI foram evoluindo, sendo em 1832 desenvolvido um sistema mais eficiente:

Semyon Korsakov (Ucrânia, 1787 – 1853) foi um funcionário público que trabalhava no Departamento de Estatística do Ministério da Polícia do então Império Russo. Em 1832 ele publicou uma série de métodos e mecanismos para armazenamento de informação em cartões perfurados. Tais cartões já eram usados desde os tempos de Jacquard, mas apenas na indústria têxtil. Korsakov teve o mérito de propor, pela primeira vez, seu uso para armazenar e facilitar a busca de informação. Suas máquinas seriam capazes de localizar informações em cartões realizando aquilo que hoje fazemos com a pesquisa por palavras-chave na Internet.

Infelizmente, ele não foi capaz de convencer a Imperial Academia de Ciências de São Petersburgo de que seu trabalho era importante, e suas invenções ficaram esquecidas até serem redescobertas na década de 1960, graças a um trabalho de revisão histórica (WAZLAWICK, 2016, p. 57).

O desenvolvimento da informática, que possibilitou o desenvolvimento e a utilização de sistemas informatizados para a estruturação de um SI, tomou impulso a partir do trabalho de Claude Shannon:

Construir calculadoras ou máquinas lógicas com circuitos elétricos baseados em relês ou válvulas era coisa que se fazia de forma intuitiva e *ad hoc* até a publicação da dissertação de mestrado de Claude Shannon (1916 – 2001), do MIT, em 1940 – considerada pelos estudiosos do tema a mais importante dissertação de mestrado de todo o século XX.

Esse trabalho simplesmente sistematizou a eletrônica para a construção de computadores ao relacionar circuitos elétricos com a álgebra de Boole. (WAZLAWICK, 2016, p. 132).

Inicialmente, os sistemas computadorizados atendiam solicitações isoladas dos departamentos das empresas conforme apontam Bancroft et al. (1998 apud ZWICKER; SOUZA, 2003, p. 64),

[...] no passado os sistemas customizados eram desenvolvidos a pedido de um departamento da empresa. A visão destes departamentos era naturalmente limitada por sua responsabilidade operacional. Cada departamento definia seus dados de acordo com seus próprios objetivos e prioridades. [...]. Isto se refletia no software desenvolvido pelos departamentos de TI das empresas.

Assim, inicialmente os sistemas foram desenvolvidos para atender necessidades específicas de departamentos da empresa, não havendo uma integração entre os diversos sistemas dispersos na estrutura organizacional, embora requerido, em função de limitações práticas e tecnológicas da época. A integração dos sistemas possui um claro objetivo, exposto por Alsène (1999 apud ZWICKER; SOUZA, 2003, p. 66):

[...] o objetivo final [da integração da empresa por meio de sistemas informatizados] não é interligar os sistemas informatizados existentes ou que serão implementados no futuro, mas sim construir um todo empresarial coerente a partir das várias funções que se originam da divisão do trabalho nas empresas.

A utilização de sistemas informatizados na gestão ocorre desde os anos 1960, ampliando suas aplicações desde então, conforme Hopp e Spearman (2013, p. 109) apontam,

No início da década de 1960, muitas empresas usavam os computadores digitais para desempenhar as funções contábeis de rotina. Considerando a complexidade e o tédio de controlar os estoques e de programar a produção, seria natural usar os recursos da informática também para administrar essas funções. Uma das pioneiras a fazer experiências nessa área foi a IBM, onde Joseph Orlicky e seus colegas desenvolveram o que veio a ser chamada de planejamento das necessidades de materiais (Material Requirements

Planning – MRP). Apesar de ter iniciado timidamente, o MRP teve um forte crescimento em 1972 [...]. A partir de então, o MRP tornou-se o principal paradigma na área de controle de produção nos Estados Unidos. [...]. Desde então, o MRP tem sido uma importante ferramenta em quase todas as empresas que usam os computadores na administração da produção e em recursos mais abrangentes como o MRP II, o planejamento de recursos de negócios (Business Resources Planning – BRP), o sistema integrado de gestão empresarial (Enterprise Resources Planning – ERP) e a gestão da cadeia de suprimentos (Supply Chain Management – SCM).

Dos sistemas citados, o *Enterprise Resources Planning – ERP* representa grande interesse para a gestão da organização, pois suporta operações na área de finanças e administração, ente outras. Conforme Whight (1984 apud SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 535) o ERP é:

Uma solução empresarial ampla e completa. O sistema ERP consiste em módulos com apoio de softwares como: marketing e vendas, serviço de campo, projeto e desenvolvimento de produtos, controle de produção e estoque, compras, distribuição, gestão de instalações industriais, projeto e desenvolvimento de processos, fabricação, qualidade, recursos humanos, finanças e contabilidade e serviços de informação. A integração entre os módulos é enfatizada, sem duplicação de informação.

A utilização de um sistema de ERP permite que a organização controle de maneira mais efetiva suas operações.

[...] os sistemas ERP permitem que as decisões e os banco de dados de todas as partes da organização sejam integrados, de modo que as consequências das decisões de parte da organização estejam refletidas nos sistemas de planejamento e controle do restante da organização. ERP é o equivalente ao sistema nervoso central da organização, detectando as informações sobre as condições de diferentes partes da empresa e as repassando a outras partes da empresa que necessitam delas. As informações são atualizadas em tempo real por aqueles que as utilizam e ainda ficam sempre disponíveis a todos os que estão conectados no sistema ERP.

Além disso, o potencial de comunicação baseada na web fornece grande impulso para o desenvolvimento do ERP. (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 535).

A multifuncionalidade do ERP possibilita sua aplicação para a realização das tarefas de planejamento e controle, que embora distintas possuem vários elementos em comum:

A atividade de planejamento e controle trata da gestão da alocação contínua de recursos e atividades para garantir que os processos da operação sejam eficientes e reflitam a demanda dos clientes por produtos e serviços. As atividades de planejamento e controle são distintas, mas muitas vezes se sobrepõe. Formalmente, o planejamento determina o que se pretende que

aconteça em algum momento no futuro, enquanto o controle é o processo de tratar das coisas quando elas não ocorrem conforme o planejado. O controle faz os ajustes que ajudam a operação a atingir os objetivos que o plano estabeleceu, mesmo quando os pressupostos em que o plano foi baseado não são verdadeiros.

Os sistemas de planejamento e controle são os mecanismos de processamento de informações, suporte de decisão e execução que suportam o planejamento e a atividade de controle das operações (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018, p. 526).

O ERP é um pacote de sistemas integrados, comercializado por grandes empresas de software como a alemã SAP<sup>2</sup>, a americana Oracle<sup>3</sup> e a brasileira Totvs<sup>4</sup>, entre outras. Assim, são pacotes comerciais elaborados de forma genérica, alinhados com as melhores práticas de processos de negócios observadas no mercado em geral, ou seja, não são elaborados para o atendimento de um cliente especificamente. Dessa forma, as empresas que implantem um ERP deverão adequar suas estruturas para o atendimento das especificidades do sistema, sendo possível a realização de customizações, desde que não comprometam a proposta própria do ERP. Por outro lado, possibilita que a organização, ao implementar um ERP, proceda uma reestruturação em suas operações e sistemas alinhados as melhores práticas de negócios. Os módulos que compõe o ERP podem ser implantados de forma independente, mas assegura-se a integração dos módulos quando implementados de forma atemporal (CAIÇARA Jr., 2015; ZWICKER; SOUZA, 2003).

Na Figura 11 são apresentados os módulos que compõe uma estrutura de ERP.

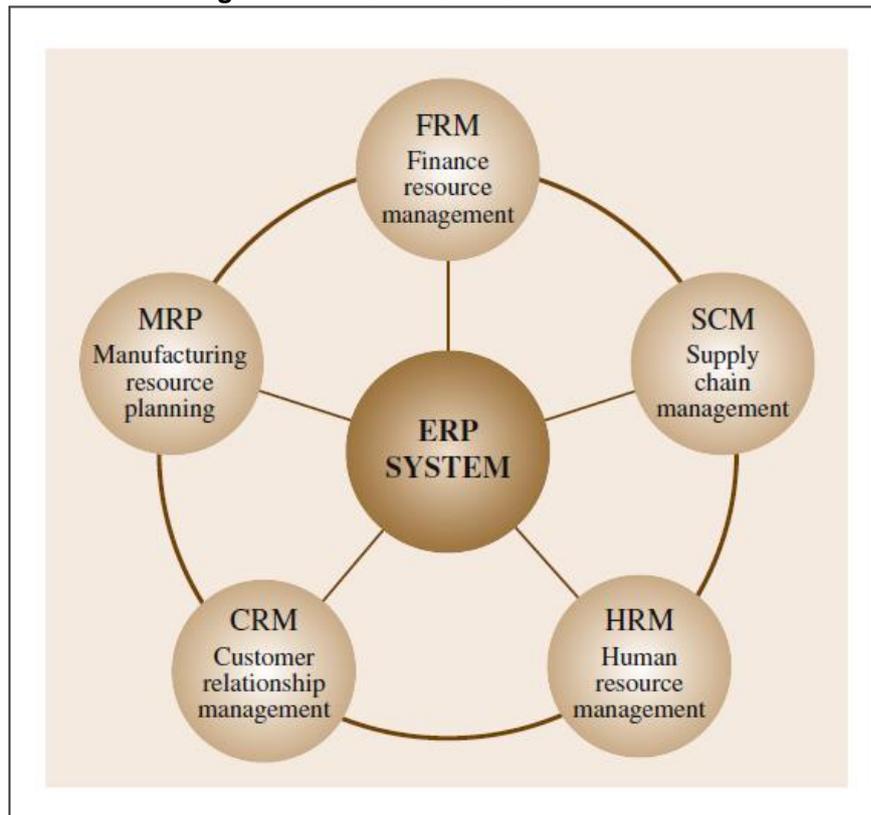
---

<sup>2</sup> As funcionalidades do ERP SAP podem ser consultadas em <<https://www.sap.com/brazil/products/erp.html>>. Acesso em: 29 set. 2019.

<sup>3</sup> As funcionalidades do ERP ORACLE podem ser consultadas em <<https://www.oracle.com/br/applications/erp/>>. Acesso em: 29 set. 2019.

<sup>4</sup> As funcionalidades do ERP TOTVS podem ser consultadas em <<https://www.totvs.com/erp/>>. Acesso em: 29 set. 2019.

**Figura 11 – Módulos do sistema de ERP**



Fonte: NOF, S. Y. **Springer handbook of automation**. Würzburg, Germany: Springer, 2012. p. 35.

A adoção de sistemas de ERP, embora possa ser realizada de maneira modular, implica na realização de investimentos substanciais em softwares e hardwares, na casa das centenas de milhares de reais, o que, por vezes, torna inviável a sua implementação.

Contudo, em tempos de maior complexidade das operações das organizações, com maiores exigências regulatórias e dos consumidores além das gigantescas corporações que estão requerendo uma maior integração com seus fornecedores, faz-se necessário que as organizações, independentemente da adoção de um sistema de ERP, possuam um Sistema de Informações – SI, para o fornecimento de informações que subsidiem o controle e a tomada de decisões além de permitirem a gestão das informações propriamente ditas (ASSIS, 2008).

Exemplo que ilustra os impactos de novas tecnologias na organização é a adoção do Sistema de Controle de Presença – SCP, na Universidade de Sorocaba - Uniso, utilizado atualmente pelos docentes para o registro e controle de presença dos discentes, entre outros serviços disponibilizados no aplicativo do SCP. Com a

implantação do sistema de ERP o controle deixou de ser um registro manual em uma listagem previamente impressa – Diário de Classe, conforme Figura 12.

Figura 12 – Diário de Classe para registro presença discentes

UNISO		DIÁRIO DE CLASSE										Total						
		Período Letivo: 2013/02					Mês: Agosto											
Código: 062793488 - Professor: JOAO ROBERTO REZENDE																		
Curso: 054 - ADMINISTRAÇÃO		Sala: BLC-203																
Componente Curricular: 601002302 - MERCADOS FINANCEIROS																		
Turma: CL_ADM_A		Turno: NOITE																
Aulas Previstas: 40		Aulas Dadas: 16																
Alunos	RA	Dias de Atividade										Total de Faltas						
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16				
	00068000	F	F	F	F					C	C	C	C	F	F	F	F	8
	00067995	C								C								-
	00063143	C								C								-
	00067326	C								C								-
	00068119	C								C								-
	00068702	C								C								-
	00066738	C								C								-
	00058144	-----										Trancado 14/08						
	00069581	C								C								-
	00066734	C								C								-
	00065359	C								C								-
	00065375	C								C								-
	00022271	C								C								-
	00030150	C								C								-
	00065971	F	F	F	F					C				C				4
	00044502	C								C								-
	00035148	C								C								-
	00064628	C								C								-
	00065061	F	F	F	F					C				C				4
	00067999	C								C								-
	00061333	C								C								-
	00065360	C								C								-
	00039938	C								C								-
	00067346	C								C								-
	00064618	C								C								-
	00065368	C								C								-
	00063125	C								C								-
	00064629	C								C								-
	00048598	C								C								-
	00064633	-----										Trancado						
	00067332	C								C								-
	00067998	C								C								-
	00066875	C								C								-
	00065371	C								F	F	F	F	C				4
	00056427	F	F	F	F					F	F	F	F	C				8
	00068693	C								C								-
	00057573	C								C								-
	00066741	C								C								-
	00068012	C								C								-
	00065366	C								C								-

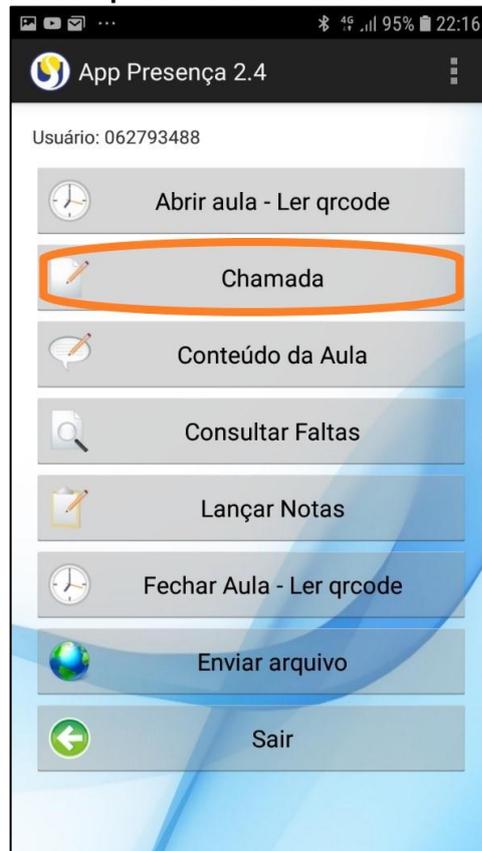
Assinatura do Professor: \_\_\_\_\_

Impresso em 14/08/2013 3:46:23 PM  
RS\_UN\_ACA\_DIARIO\_DE\_CLASSE

Fonte: Arquivo do autor.

A partir do dia 03 fev.14, o SCP tornou-se o único meio de realizar o registro e o controle de presença, utilizando a função “Chamada”. Para o registro no SCP é necessário instalar um aplicativo em um hardware que esteja conectado a uma rede Wi-Fi e utilizar os serviços disponibilizados, conforme tela do aplicativo na Figura 13.

Figura 13 – Tela do Aplicativo SCP instalado em um smartphone



Fonte: *Print screen* do aplicativo de SCP instalado no smartphone do autor (destaque do autor).

Os dados obtidos por meio da utilização de um SI podem ser tratados, podendo ser utilizados hardwares e softwares para a obtenção de informações que poderão ser divulgadas em diversas formas, como relatórios, informativos e *dashboards*<sup>5</sup> por exemplo. Uma vez divulgadas, as informações são avaliadas em termos qualitativos ou quantitativos, gerando feedbacks sobre o estado dos negócios da organização, sendo também utilizadas para a orientação das decisões dos gestores nos mais diversos níveis.

Uma das ferramentas utilizadas para a obtenção de informações é o Power BI da Microsoft, que apresenta as seguintes funcionalidades, conforme divulgado no site do fornecedor:

O **Power BI Desktop** é um aplicativo gratuito que você pode instalar no computador local e que permite que você se conecte, transforme e visualize seus dados. Com o **Power BI Desktop**, você pode se conectar a várias fontes de dados diferentes e combiná-las (geralmente chamado de modelagem) em

<sup>5</sup> *Dashboard* é um painel que apresenta as informações mais relevantes e necessárias para uma organização atingir um ou mais de seus objetivos, sendo consolidadas em uma única tela para seu monitoramento de forma ágil.

um modelo de dados que possibilita criar elementos gráficos e conjuntos de visuais que podem ser compartilhados como relatórios com outras pessoas dentro da sua organização. A maioria dos usuários que trabalham em projetos de Business Intelligence usam o **Power BI Desktop** para criar relatórios e, em seguida, usam o **serviço do Power BI** para compartilhar seus relatórios com outras pessoas.

Os usos mais comuns para o **Power BI Desktop** são os seguintes:

- Conectar-se a dados;
- Transformar e limpar esses dados para criar um modelo de dados;
- Criar visuais, como gráficos, que fornecem representações visuais dos dados;
- Criar relatórios que são conjuntos de visuais em uma ou mais páginas do relatório;
- Compartilhar relatórios com outras pessoas usando o **serviço do Power BI**. (MICROSOFT. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/power-bi-overview>>. Acesso em: 29 set. 2019, grifo do autor).

Além do Power BI, existem outros sistemas que podem ser utilizados com a mesma finalidade como, por exemplo:

- a) IBM Cognos Analytics<sup>6</sup>;
- b) BIRT<sup>7</sup>;
- c) JASPERSOFT<sup>8</sup>;
- d) Oracle Business Intelligence<sup>9</sup>;
- e) Adobe Analytics<sup>10</sup>.

Esses sistemas trabalham com o conceito de *Business Intelligence - BI*, que trata da inteligência em negócios e pode ser definido como sendo:

**Inteligência de negócios (BI – business intelligence)** é um termo guarda-chuva que combina arquiteturas, ferramentas, bases de dados, ferramentas analíticas, aplicativos e metodologias. Assim como DSS, trata-se de uma expressão de livre conteúdo, com significados diferentes de uma pessoa para outra. Parte da confusão provém da enxurrada de siglas e expressões associadas, como gestão de desempenho de negócios (*BPM – business performance management*). O principal objetivo do BI é possibilitar acesso interativo (às vezes em tempo real) a dados, permitir a manipulação de dados e oferecer a gestores empresariais e analistas a capacidade de conduzir análises apropriadas. Ao analisarem dados, situações e desempenhos históricos e atuais, os tomadores de decisões obtêm vislumbres valiosos que lhes permitem tomar decisões mais embasadas e melhores. O processo de BI baseia-se na transformação de dados em informações, depois em decisões e por fim em ações. (SHARDA; DELEN; TURBAN. 2019. p.15, grifo do autor).

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/products/cognos-analytics#product-header-top>>. Acesso em: 29 set. 2019.

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://www.eclipse.org/birt/>>. Acesso em: 29 set. 2019.

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://www.jaspersoft.com/>>. Acesso em: 29 set. 2019.

<sup>9</sup> Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/solutions/business-analytics/business-intelligence/>>. Acesso em: 29 set. 2019.

<sup>10</sup> Disponível em: <<https://www.adobe.com/br/analytics/adobe-analytics.html>>. Acesso em: 29 set. 2019.

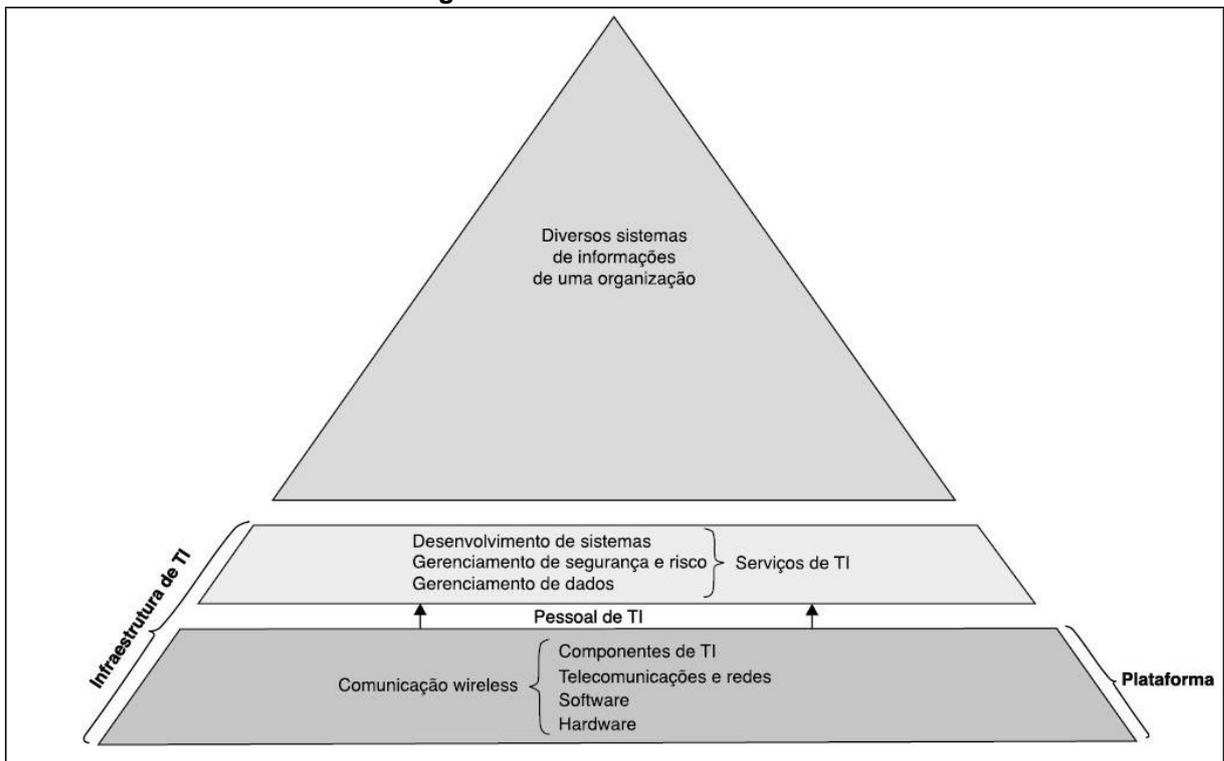
Para a utilização de sistemas computadorizados, uma organização necessita de uma estrutura de Tecnologia da Informação que Turban e Volonino (2013, p. 8-9, grifo do autor) definem como:

O conjunto de sistemas computacionais utilizados por uma organização recebe o nome de **tecnologia da informação (TI)**. A TI, em uma definição mais básica, refere-se ao lado tecnológico de um sistema de informação. Muitas vezes o termo *tecnologia da informação* é utilizado no lugar de *sistema de informação*. [...].

Um sistema de informação utiliza tecnologia computacional e redes para desempenhar algumas ou todas suas tarefas.

Uma representação esquemática da infraestrutura de TI e o relacionamento com os sistemas de informações da organização pode ser observada na Figura 14.

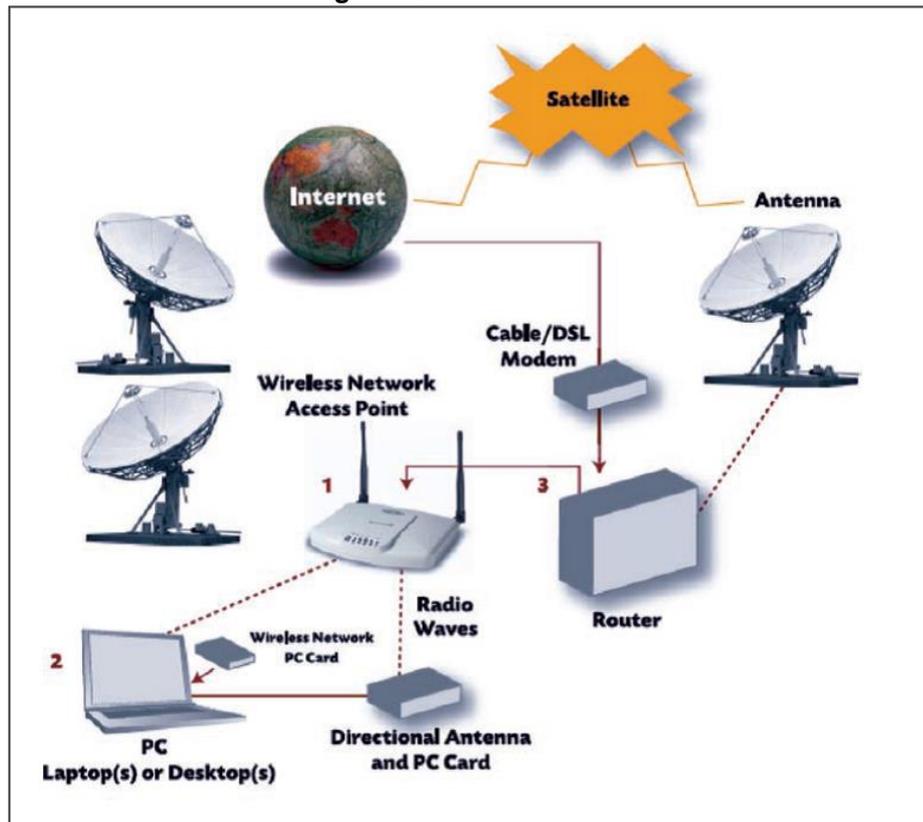
**Figura 14 – Infraestrutura de TI**



Fonte: RAINER Jr., K. R.; CEGIELSKI, C. G. **Introdução a sistemas de informação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 4.

A utilização de uma infraestrutura de TI para os sistemas de informações da organização pode ser utilizada para a conectividade global dos negócios, com a utilização de redes Wi-Fi, conforme Figura 15.

Figura 15 – Rede de Wi-Fi



Fonte: TURBAN, E.; VOLONINO, L. **Tecnologia da Informação para Gestão**. 8. ed. São Paulo: Bookman, 2013. p. 99.

O emprego de estruturas de TI cada vez mais sofisticados para a implementação de um SI não pode prescindir da geração de informações valiosas e úteis para a organização, sem o que as mesmas representaram apenas custos e despesas sem retorno. Para ser valiosa, uma informação deve apresentar as seguintes características, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Informação Valiosa - Características

Precisa	Completa	Econômica	Flexível
Confiável	Relevante	Simple	Pontual
Verificável	Acessível	Segura	

Fonte: Adaptado de STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. **Princípios de Sistemas de Informação**. Uma Abordagem Gerencial. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2002. p. 6.

Embora os sistemas empreguem avançados recursos de TI, a orientação finalística dos mesmos é para o atendimento de necessidades humanas. A evolução técnico-científica possibilitou que fossem identificados, de maneira cada vez mais

precisa, os problemas que são vivenciados pelas organizações com destaque àqueles relacionados ao comportamento humano.

Atualmente sabe-se que uma grande parte dos problemas enfrentados pelas organizações diz respeito ao comportamento humano. Mais ainda, muitos problemas comportamentais que são usados, implementam e estruturam sistemas que não podem ser expressos através de normas rígidas dentro de uma visão estritamente técnica.

Assim, o enfoque atual dos sistemas de informações é sociotécnico, considerando com igual importância tanto a parte técnica e matemática quanto a comportamental (ROSINI; PALMISANO, 2016, p. 14).

Com essa abordagem podem ser construídos quatro tipos de Sistemas de Informações, apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Tipos de SI e Características**

Sistema	Características
Sistemas de Informações Transacionais (Operacionais) – SIT	Nível mais baixo de SI com foco no nível operacional. Possui como função executar e cumprir os planos concebidos nos demais sistemas e constitui a entrada dos dados ( <i>inputs</i> )
Sistemas de Informações Especialistas – SE, Sistemas de Automação – SA	Direcionado para atender necessidades de informação do grupo de especialistas, executando tarefas com baixo nível de estruturação criando novas informações e novos conhecimentos.
Sistemas de Informações Gerenciais – SIG	Atendimento às necessidades dos níveis gerenciais de alto escalão. Acesso imediato às ocorrências e dados históricos de ordem interna para geração de relatórios gerenciais objetivos. Por definição servem como base para funções de planejamento, controle e tomada de decisão gerencial.
Sistemas de Apoio à Decisão - SAD	Desenvolvido para atender às necessidades do staff estratégico, auxiliando na tomada de decisões semiestruturadas, operando <i>real-time</i> para a realização de análises dinâmicas com dados internos e externos.

Fonte: Adaptado de ROSINI, A. M.; PALMISANO, A. **Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016. p. 15-19.

Dentre os SI, há o Sistema de Informações Gerencial – SIG, que possui como propósito, conforme Stair e Reynolds (2002, p. 278)

O propósito básico de um SIG é ajudar a empresa a alcançar suas metas, fornecendo a seus gerentes detalhes sobre as operações regulares da organização, de forma que possam controlar, organizar e planejar com mais efetividade e com maior eficiência. Em suma, um SIG provê aos gerentes, não só informação e suporte para a efetiva tomada de decisão, bem como as respostas às operações diárias, agregando assim, valor aos processos da organização.

[...] os relatórios sumarizados do SIG representam apenas uma das muitas fontes de informações disponíveis aos gerentes.

[...]. Cada SIG corresponde, na verdade, a um conjunto integrado de subsistemas, os quais são organizados com as linhas funcionais da organização. Dessa forma, um SIG financeiro inclui subsistemas que lidam

com relatórios financeiros, análise de perdas e lucros, análise de custos e com a gestão de fundos.

[...] um dos principais objetivos do SIG é o de melhorar a eficácia, disponibilizando a informação certa, para a pessoa certa, de modo certo e no tempo certo.

Um dos importantes subsistemas do SIG é o Sistema de Informação Contábeis – SIC, definido por Hurt (2014, p. 4) como:

[...] um conjunto de atividades inter-relacionadas, documentos e tecnologias destinados a coletar dados, processá-los e relatar informações para um grupo diversificado de tomadores de decisões internos e externo nas organizações. Um SIC bem projetado pode melhorar significativamente a tomada de decisões nas organizações de várias maneiras[...].

O desenvolvimento organizacional decorre dos avanços proporcionados pela tecnologia em vários aspectos, tanto fabris quanto de gestão, possibilitando a estruturação de sistemas de controle que disponibilizam inúmeras informações para o *staff* gerencial. De tempos em tempos, os avanços tecnológicos impactam intensamente no modo de vida da humanidade, decorrendo as chamadas Revoluções Industriais.

## 2.6 Revoluções Industriais

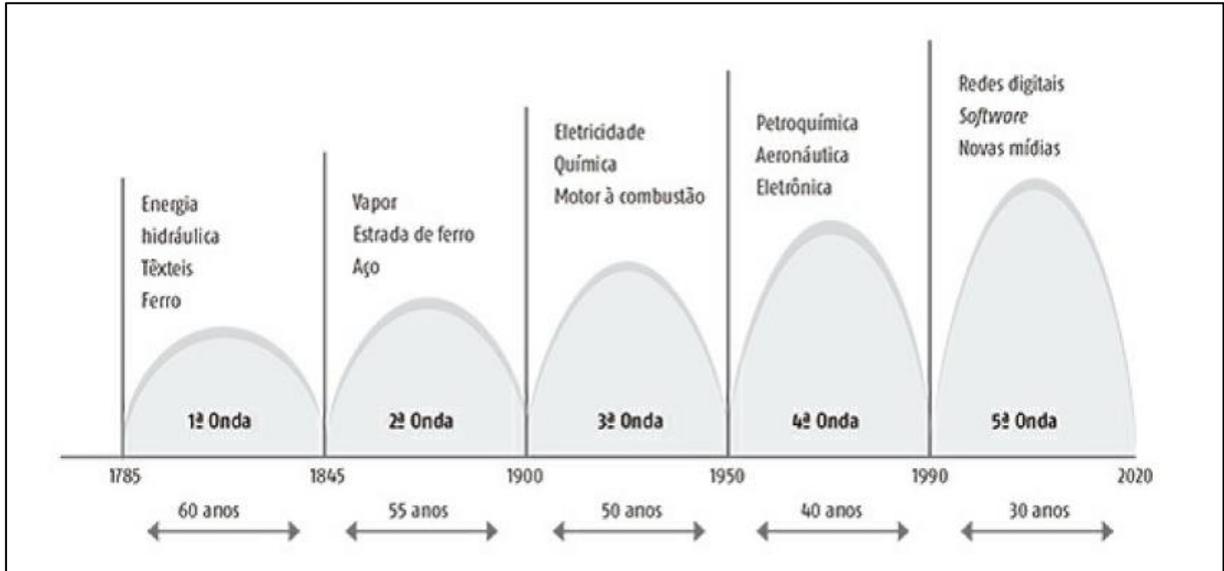
O desenvolvimento econômico relaciona-se diretamente com o desenvolvimento das organizações. Vários estudiosos abordaram o tema, com destaque para Schumpeter (1982), que desenvolveu a Teoria do Ciclo Econômico. Seu trabalho abordou a economia de forma dinâmica, em contraponto ao fluxo circular, que até então predominava:

Todo o processo concreto de desenvolvimento repousa finalmente sobre o desenvolvimento precedente. Mas para ver claramente a essência da coisa, faremos abstração disso e admitiremos que o desenvolvimento surge de uma situação sem desenvolvimento. Todo processo de desenvolvimento cria os pré-requisitos para o seguinte. Com isso a forma deste último é alterada e as coisas se desenrolarão de modo diferente do que teriam feito se cada fase concreta do desenvolvimento tivesse sido primeiro compelida a criar suas próprias condições.

[...] O desenvolvimento no sentido em que o tomamos, é um fenômeno distinto, inteiramente estranho ao que pode ser observado no fluxo circular ou na tendência para o equilíbrio. É uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente (Schumpeter, 1982, p. 47).

Esse raciocínio é representado nas ondas sucessivas de Schumpeter, conforme Figura 16.

**Figura 16 – Ondas sucessivas de Schumpeter**



Fonte: CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2014. p.553.

Ainda decorrente de seus estudos originou-se a expressão “destruição criativa”, que segundo Schumpeter (2017, p. 128) é inerente ao sistema capitalista:

O capitalismo é, por natureza, uma forma ou método de transformação econômica e não só não é, como não pode ser estacionário. E o caráter evolucionário do processo capitalista não se deve meramente ao fato de a vida econômica transcórrer em um ambiente social e natural que se transforma incessantemente e cujas transformações alteram os dados da ação econômica; esse fato é importante e essas mudanças (guerras, revoluções e assim por diante) geralmente condicionam as mutações industriais, mas não são a sua principal causa motriz. Esse caráter evolucionário também não se deve a um crescimento quase automático da população e do capital ou aos caprichos dos sistemas monetários, que tampouco figuram entre as suas principais causas motrizes. O impulso fundamental que põe e mantém em movimento a máquina capitalista é dado pelos novos bens de consumo, os novos métodos de produção ou transporte, os novos mercados e as novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista.

As ideias de Schumpeter motivaram estudos com foco na inovação, colocando o assunto como tema central para as organizações, conforme apontam Tidd e Bessant (2013, p. 55):

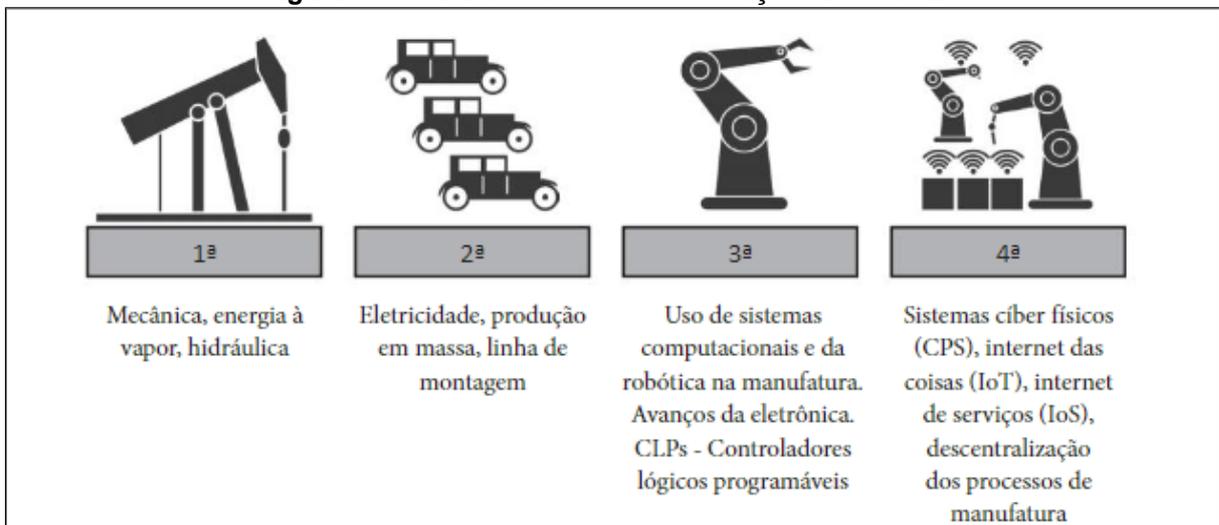
A inovação é uma atividade genérica, associada à sobrevivência e ao crescimento e, nesse nível de abstração, podemos observar um processo subjacente comum a todas as empresas.

[...] O desafio enfrentado por toda empresa é testar e procurar formas de gerenciar o processo que sejam uma boa solução para o problema da renovação.

Kondratieff (1935) estudou o desenvolvimento da economia segundo ciclos, e não linearmente, demonstrando épocas alternadas de elevado crescimento com períodos de relativamente lentos de crescimento. Esse movimento cíclico é denominado de “Ondas de Kondratieff”.

A esses ciclos, podemos relacionar as chamadas Revoluções Industriais que produziram profundas transformações na sociedade e nas organizações, sendo cada uma delas relacionada a determinadas características, conforme Figura 17.

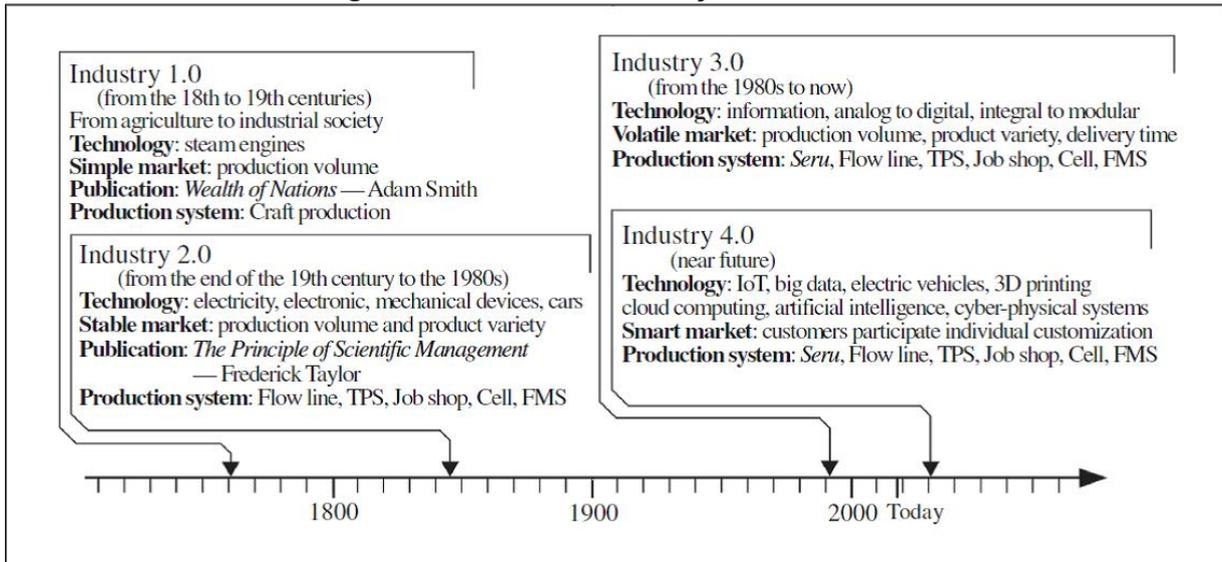
**Figura 17 – Características das Revoluções Industriais**



Fonte: SACOANO, J. B; et al. **Indústria 4.0** – Conceitos e Fundamentos. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2018. p. 28.

Em artigo de Yin; Stecke e Li (2017) são apresentados os diversos avanços tecnológicos e outras características que marcaram as Revoluções Industriais, apresentados em um *time line* da primeira até a quarta Revolução Industrial conforme Figura 18.

**Figura 18 – Time Line Revoluções Industriais**



Fonte: YIN, Y.; STECKE, K. E.; LI, D. **The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0.** Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2017.1403664>>. Acesso em: 29 set. 2019.

### 2.6.1 A 1ª Revolução Industrial

Conforme Landes (2005, p. 1-2), a expressão Revolução Industrial representa:

[...], essa expressão, quando grafada com letras maiúsculas, tem outro sentido. Denota o primeiro exemplo histórico do avanço de uma economia agrária e artesanal para uma economia dominada pela indústria e pela manufatura mecanizada. A Revolução Industrial começou na Inglaterra no século XVIII e expandiu-se de forma distinta nos países da Europa continental e em algumas áreas do ultramar. [...].

O cerne dessa Revolução foi uma sucessão inter-relacionada de mudanças tecnológicas. Os progressos materiais aconteceram em três áreas: (1) substituição das habilidades humanas por dispositivos mecânicos; (2) a energia inanimada – especialmente a do vapor – substituiu a força humana e animal; (3) e o aperfeiçoamento dos métodos de extração e transformação das matérias-primas, especialmente no que hoje se conhece como indústrias metalúrgicas e químicas.

Concomitantemente a essas mudanças de equipamentos e processos, surgiram novas formas de organização industrial. O tamanho das unidades produtoras aumentou: as máquinas e as novas fontes de energia exigiram e possibilitaram a concentração de manufaturas, e as oficinas ou os ateliês domiciliares deram lugar às usinas e fábricas. Ao mesmo tempo, a fábrica passou a ser mais do que uma unidade de trabalho de dimensões maiores. Tornou-se um sistema de produção baseado numa definição característica de funções e responsabilidades dos diferentes participantes do processo produtivo. Por um lado, havia o empregador, que não apenas contratava a mão-de-obra e comercializava o produto acabado, mas também fornecia o equipamento fundamental e supervisionava seu uso. De outro, havia o trabalhador, não mais capaz de possuir e fornecer os meios de produção e reduzido à condição de operário. Ligando um ao outro, havia a relação econômica – o “eixo-salarial” – e a relação funcional de supervisão e disciplina.

[...]. Também abrigou em si as sementes de novos progressos tecnológicos, pois o controle da mão-de-obra implica a possibilidade de racionalização do trabalho.

A limitação energética do corpo humano representa uma imensa barreira à realização de trabalho e isso o impele a desenvolver e utilizar outros recursos:

O homem, a despeito de todas as ferramentas que ele desenvolveu através de milhares de anos de pré-história, permaneceu tão limitado ao fornecimento de energia do seu próprio corpo como o cupim; ainda não chegamos a uma distinção básica entre os dois.

A execução de mais trabalho em menos tempo do que é possível ao homem com suas ferramentas manuais exige uma velocidade de gasto de energia superior à capacidade do corpo humano (ASIMOV, 1965, P. 13).

De fato, a capacidade energética do corpo humano é bastante limitada, conforme Braudel (1995, p. 306):

O homem e seus músculos representam um motor medíocre. Medida em cavalos-vapor (75 kg a um metro de altura em um segundo), a sua força é irrisória: entre 3 e 4 centésimos de cavalo-vapor contra 27 a 57 centésimos para um cavalo de tiro.

A aplicação do conhecimento científico nos processos de manufatura realizados na Inglaterra ao longo do século XVIII, acarretava maior eficiência e eficácia fabril o que gerava uma maior demanda de matérias primas, dentre elas o carvão mineral, fonte de energia cada vez mais utilizada, que exigia uma extração cada vez mais profunda nas minas, que por sua vez implicava na necessidade de retirar a água de suas profundezas, o que exigiu do homem a aplicação do seu espírito inventivo para a melhoria e aperfeiçoamento das rústicas bombas então utilizadas (ASIMOV, 1965).

O espírito inventivo levou Thomas Savery, em 1698, a produzir o primeiro aparelho viável que possibilitou a realização de trabalho a partir da energia térmica, o que foi chamado de “máquina de aquecer”. O aprimoramento desse sistema foi realizado por Thomas Newcomen em 1705. Porém, foram os aprimoramentos desenvolvidos por James Watt que marcaram definitivamente o emprego do vapor nas máquinas a partir de 1776, o que passou a ser chamado da “era do vapor”. Historicamente, inicia-se a Primeira Revolução Industrial, que desencadeia uma série de transformações nos sistemas relacionados a produção, deixando de ser artesanal e passando para uma escala de produção maior naquilo que é chamado de fábrica,

impactando também na sua forma de distribuição e nas diversas matérias primas que passaram a ser empregadas nos processos agora fabris/industriais (LANDES, 2005).

Também Asimov (1965, p. 35):

Ao redor de 1780, Watt desenvolveu acessórios mecânicos que engenhosamente transformavam o movimento de vai-vém de um pistão no movimento de rotação de uma roda. Através de um tipo de movimento ou do outro, a máquina a vapor podia ser empregada como fonte de energia para uma variedade de atividades. Inicialmente, os fabricantes de ferro passaram a usar máquinas a vapor para os foles que mantinham a corrente de ar em suas fornalhas, e para os martelos que despedaçavam o minério. A nova e versátil máquina a vapor tinha se tornado o primeiro dos “motores primários” modernos – isto é, o primeiro dispositivo moderno que tomava energia na forma em que ela ocorria na natureza, e a aplicava para movimentar máquinas diversas. Com isto, foi introduzida a Revolução Industrial.

Dessa revolução decorreu a criação, em 1721, de uma estrutura chamada de fábrica, em Derby, na Inglaterra:

Com a Derby Silk Mill, de John e Thomas Lombe, a fábrica aparentemente surgiu do nada, completamente desenvolvida, sem infância. Ao vermos uma foto, reconhecemos de imediato que se trata de uma fábrica. Era um prédio retangular de cinco andares, com a fachada de tijolos marcada por uma série de janelas grandes, que externamente se assemelhava aos milhares de fábricas que estavam por vir, inclusive muitas que continuam em funcionamento. No interior, encontravam-se as principais características de uma fábrica moderna: uma grande força de trabalho dedicada a produção coordenada usando maquinário movido, no caso, por uma roda-d'água de sete metros de altura. A combinação dos equipamentos movido por uma força externa e numerosas pessoas trabalhando juntas em um mesmo espaço pode não parecer muito atual, mas na época representava o começo de um mundo novo (FREEMAN, 2019, p. 19).

A Revolução Industrial, foi o marco da progressiva e contínua inventividade humana, o que por si desencadeia novas transformações. Importante destacar que as revoluções industriais não decorreram, ou decorrem, de um evento pontual, ou seja, não são resultados de uma tecnologia específica, como bem aponta Usher (1993, p. 18):

A tecnologia, considerada amplamente, é uma parte importante do núcleo central do processamento evolutivo. Ela é um aspecto essencial do acúmulo de conhecimento e do desenvolvimento de habilidades. A tecnologia não esgota o campo do desenvolvimento da mente, mas é um segmento característico de seu todo.

Obras como as de Hodget (1975); Gama (1985) e Frugoni (2007) apresentam inúmeros avanços tecnológicos no período da Idade Média que suportaram a Revolução Industrial séculos depois.

Decorre, portanto, que a constância da evolução tecnológica associada aos avanços dos processos produtivos, resulta em novos momentos de significativas mudanças, gerando, assim, novas revoluções industriais, chamadas de Segunda, Terceira e a Quarta que se encontra em curso. Referidas revoluções foram, e ainda são, objeto de inúmeros estudos e publicações (DELLOITE, 2015; KAGERMANN, WAHLSTER; HELBIG, 2013; SCHWAB, 2016; SACOMANO et al., 2018; SILVA et al., 2018; STEVAN JR., LEME, SANTOS, 2018).

### **2.6.2 A 2ª Revolução Industrial**

Consolidadas as transformações decorrentes da Revolução Industrial, decorreu no alvorecer do século XX a 2ª Revolução Industrial,

Novos progressos tecnológicos se alcançaram na segunda metade do século XIX. A era do aço foi enobrecida pelo processo de Bessemer e Siemens-Martin, a da eletricidade pelo dínamo e pelo carro eléctrico de Werner Siemens, a do automóvel pelo motor a gás de Otto, e a da química moderna pelo primeiro tinto de anilina de Perkin e pelo processo da amónia de Solvay para fazer soda.

[...]. O progresso no fabrico de produtos químicos foi estimulado pelo desenvolvimento das indústrias têxtil, do sabão e do vidro, e pela expansão da agricultura, que trouxe uma exigência cada vez maior de matérias corantes, álcalis e fertilizadores. Foram sintetizadas novas substâncias, criados novos métodos de fabrico e melhorados os antigos. A soda, antigamente feita de cinzas de algas, foi posteriormente produzida por Leblanc, que aqueceu sulfato de sódio, calcário e carvão de lenha, juntos, e por Solvay, que passou o ácido carbónico através de uma solução de sal saturado com amónia. As tintas, outrora feitas de substâncias naturais, chegaram a ser fabricadas de derivados do alcatrão (HENDERSON, 1969, p. 52-55).

Aliado a esses fatores, o grande avanço científico na compreensão do eletromagnetismo, com o desenvolvimento de máquinas e equipamentos, culminou em uma nova e profunda transformação (STEVAN JR., LEME, SANTOS, 2018).

Os fenômenos eletromagnéticos sempre despertaram a curiosidade e a inventividade humana, sendo motivadores de inúmeros estudos e descobertas, como aponta Wentworth (2008, p.17):

Os seres humanos têm consciência dos materiais magnéticos desde que a história tem sido contada. O grego Thales de Mileto relatou evidências da existência da eletricidade estática, assim como da atração magnética por volta de 600 a.C. Mas a partir da última metade do século 18, – em particular no século 19, foi feito progresso no reconhecimento e na compreensão do fenômeno eletromagnético. [...]. A verdadeira era de compreensão se iniciou após Alessandro Volta inventar a célula voltaica, permitindo que pesquisas fossem realizadas com correntes controladas.

A partir daí, a descoberta de Oersted de que corrente elétrica cria campo magnético e a descoberta de Faraday de que a variação do campo magnético com o tempo cria campo elétrico culminaram na unificação, por meio de James Clerk Maxwell, da eletricidade e do magnetismo em quatro equações concisas conhecidas como equações de Maxwell.

O domínio do eletromagnetismo possibilitou o desenvolvimento do motor elétrico e sua utilização no ambiente fabril tornou a linha de produção mais regular.

O exemplo final das etapas de formação e montagem na fabricação é a contribuição de Henry Ford. A linha de montagem, que ele refinou e usou em larga escala, incorporava a vitalidade e a eficiência da produção em massa americana.

A Ford emprestou o conceito de movimento contínuo das indústrias de frigoríficos de Cincinnati e Chicago, que foram pioneiras na década de 1870. Para aumentar a produtividade, eles penduravam carcaças em carrinhos de mon trilho e os transportavam além de trabalhadores em um **ritmo constante com movimentos motorizados**. A produção aumentou porque o ritmo do trabalho foi cronometrado, os trabalhos eram especializados e o movimento desnecessário do trabalhador e o produto foram minimizados. Ford pegou a ideia e a introduziu na produção de seu Modelo T, com resultados impressionantes.

[...]. O tempo médio para a montagem de um chassi, usando estações de trabalho estacionárias para cada chassi, foi de 12,5 horas. Em um teste bruto, a Ford conectou um chassi a uma corda e molinete e puxou-o para trechos de peças a 90 metros de distância. Seis montadoras se moveram com o chassi, adicionando peças ao longo do caminho. O tempo de montagem foi reduzido para seis horas. Os refinamentos incluíram um acionamento por corrente, locais estacionários para montadoras e alturas ideais para estações de trabalho e fornecimento de peças para reduzir o movimento dos trabalhadores.

Com essas melhorias, o tempo de montagem foi reduzido para 93 minutos. Tempos igualmente impressionantes ocorreram quando movimentos contínuos foram aplicados à montagem do motor (BASKIN; KOVÁCS; JACUCCI, 1999, p. 383, tradução e grifo nossos).

O aprimoramento das máquinas e equipamentos da linha de produção associados aos princípios da administração científica desenvolvidos por Taylor e complementados por Fayol na mesma época, possibilitaram “a produção em massa e em alta velocidade de produtos mecânicos complexos com sua inovação: a linha de montagem móvel.” (HOPP; SPEARMAN, 2013, p. 25).

O estabelecimento da linha de montagem significa que o processo produtivo agora pode ser mais eficientemente controlado, com a aplicação de métodos de

trabalho científicos e de controladores mecânicos ao longo da linha, permitindo uma maior regularidade e padronização. O planejamento e controle passam a ser essenciais:

Ao fazer do planejamento uma obrigação explícita da gestão e ao enfatizar a necessidade de quantificação, a gestão científica teve um papel importante na criação e na modelagem das áreas de engenharia industrial, pesquisa operacional e ciência administrativa. O marco referencial reducionista estabelecido pela gestão científica está por trás da tradicional ênfase dos engenheiros industriais no equilíbrio das linhas de produção e na utilização de máquinas. [...]. O taylorismo incentivou a criação de ferramentas úteis, mas não de uma estrutura na qual essas ferramentas pudessem atingir todo seu potencial (HOPP, SPEARMAN, 2013, p. 30-31).

Os potenciais de melhoria do planejamento e controle são destacados por Drucker (1981, p. 278-279),

Entretanto, nós agora sabemos que a linha de montagem automobilística não constitui uma estrutura perfeita para o *trabalho humano*; é também uma estrutura imperfeita e ineficiente para o *trabalho maquinal*. Isto foi mostrado pela própria indústria automobilística; pela nova fábrica da Ford Motor Company na cidade de Cleveland, por exemplo. Lá o tradicional processo de linha de montagem foi completamente mecanizado – como significativo aumento na eficiência e na produção. Toda manipulação de materiais, operação de máquinas e inspeção de rotina é feita automaticamente. O número total de operários não é notadamente menor que nas fábricas tradicionais. Mas não estão na oficina; estão projetando, construindo, conservando e controlando o equipamento automático.

Em outras palavras, nós já sabemos que, sempre que o conceito de “um movimento = um serviço” pode ser aplicado com eficácia, temos uma operação que pode e deve ser mecanizada [...] Este é um trabalho mais corretamente estruturado como trabalho maquinal, e não humano [...].

Possuímos, portanto, dois princípios [...]. O princípio do trabalho mecânico é a “mecanização”; o do trabalho humano é a “integração”. [...].

As transformações tecnológicas que vêm ocorrendo não só possibilitam a aplicação dos princípios corretos, como também nos obrigam a aplica-los. Proporcionam-nos os meios de tornar inteiramente mecânicos aqueles serviços onde o ser humano é usado como um acessório da máquina operatriz. Mas o trabalho que não pode ser mecanizado – sobretudo o trabalho necessário para possibilitar e sustentar a nova tecnologia – só pode, sob a automação, ser organizado conforme o princípio da integração; na realidade, só poderá ser executado se for assim organizado. Portanto, a produtividade irá cada vez mais depender da compreensão e da aplicação sistemática destes dois princípios.

### 2.6.3 A 3ª Revolução Industrial

O processo desencadeado pela Revolução Industrial torna-se, portanto, indutor de novos desenvolvimentos tecnológicos, há muito procurados pelo homem, como pode ser verificado em Machado (1990, p. 16-18):

Desde os tempos remotos o homem procura estabelecer um sistema de linguagem para quantificar atividades gerais. Com essa procura incessante, atravessou-se diversas fases, tendo sido utilizados os mais variados símbolos, até que se chegou à fase da numeração. Porém, a busca para a mecanização de atividades de cálculo sempre foi a meta.

A evolução técnica e a industrialização proporcionaram a pesquisa da metodização e racionalização do trabalho, objetivando-se o aumento da produção e a redução de custos. Juntamente com o desenvolvimento dos computadores foi possível a pesquisa de máquinas operatrizes comandadas numericamente. Este controle através de números é, na prática, a chave de todas as propriedades de máquinas controladas numericamente, que se diferenciam das máquinas convencionais. Estas novas máquinas, comandadas numericamente tornaram possível de serem padronizadas, a baixo custo de fabricação, peças de alto grau de complexidade e precisão, as quais, algumas vezes, eram impossíveis de serem obtidas com equipamentos convencionais. [...].

A partir de 1957 é que começaram, ao invés de adaptações de até então em máquinas convencionais, a utilização das máquinas que já estavam à disposição do mercado. Iniciou-se então uma revolução no sistema de manufatura, intensificando o uso de máquina com controle numérico.

[...]. Com o advento do circuito integrado, permitiu-se o baixo custo, a miniaturização, a incorporação e duplicação de características com aumento de dados de processamento que antes, com os controladores transistorizados, não eram possíveis, pois eram designados para fins específicos.

Em consequência, um grande número de fabricantes se especializou em unidades de comando de pós-processadores. O conceito de pós-processamento foi desenvolvido no início da década de 60.

Essa transformação é o marco do início da Terceira Revolução Industrial, conforme Stevan Jr.; Leme e Santos (2018, p. 22-23) apontam:

A Terceira Revolução Industrial começou em meados do século XX, momento em que a eletrônica aparece como a verdadeira responsável pela modernização da indústria, após o término da segunda Guerra Mundial, abrangendo o período que vai de 1950 até a atualidade.

A Terceira Revolução Industrial é chamada de Era da Eletrônica, quando máquinas passaram a ser controladas por Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). Houve também a introdução da tecnologia da informação nos processos de fabricação. Neste período, temos a introdução do computador no chão de fábrica para supervisão e controle, além dos primeiros sistemas de comunicação. [...].

Os sistemas automatizados, até então, eram baseados em sistemas pneumáticos e eletromecânicos, e são substituídos por CLPs, que além de mais baratos, exigiam menos manutenção e tinham maior precisão.

Os desdobramentos dos estudos do eletromagnetismo iniciados durante a 2ª Revolução Industrial conduziram a realizações no mundo da eletrônica, que marcaram a 3ª Revolução Industrial.



Os controladores lógicos programáveis (CLPs) são hoje a tecnologia de controle de processos industriais mais amplamente utilizada. Um CLP é um tipo de computador industrial que pode ser programado para executar funções de controle; esses controladores reduziram muito a fiação associada aos circuitos de controle convencional a relé, além de apresentar outros benefícios, como a facilidade de programação e instalação, controle de alta velocidade, compatibilidade de rede, verificação de defeitos e conveniência de teste e alta confiabilidade.

O CLP é projetado para arranjos de múltiplas entradas e saídas, faixas de temperatura ampliadas, imunidade a ruído elétrico e resistência à vibração e impacto. Programas para controle e operação de equipamentos de processos de fabricação e mecanismo normalmente são armazenados em memória não volátil ou com bateria incorporada.

Um CLP é um exemplo de um sistema em tempo real, considerando que a saída do sistema controlado por ele depende das condições da entrada.

Ele é basicamente um computador digital projetado para uso no controle de máquinas, mas diferentemente de um computador pessoal, ele foi projetado para funcionar em um ambiente industrial e é equipado com interfaces especiais de entrada/saída e uma linguagem de programação de controle.

Com o aprimoramento dos processos de controle das linhas de fabricação, tais processos passam a ser tratados como Manufatura que, conforme Lamb (2015, p. 5)

[...] é a fabricação sistemática de produtos por meio da utilização de máquinas, ferramentas e mão de obra. No século XXI, o termo se aplica com mais frequência a produção industrial, em que grandes quantidades de matéria prima são transformadas em produtos finais.

Consolida-se assim o processo de automação nas organizações. Aqui é importante esclarecer o significado de automação, que difere de outros termos como mecanização e autonomia.

Luz e Kuiawinski (2006) ao discorrerem sobre as características do Sistema Toyota de Produção – STP, identificam as diferenças entre os termos, resultando em um comparativo conforme Quadro 3.

**Quadro 3 – Relação entre os termos mecanização, autonomia e automação**

<b>Mecanização</b>	<b>Autonomia</b>	<b>Automação</b>
Operador acompanha e realiza parte do processo	Operador com controle restrito a comandos. Operador de máquina opera simultaneamente várias máquinas	Controle realizado pela máquina com acompanhamento do operador
Não existência de preocupação formal no repasse das atividades cerebrais realizadas pelas pessoas para as máquinas	Máquinas são providas de uma função de cérebro humano, ou seja, a capacidade de detectar anormalidades de forma autônoma	Máquinas automatizadas não estão dotadas de cérebro humano.
A Responsabilidade pela qualidade das peças produzidas pela máquina é do operador	Controle autônomo de qualidade, defeitos e quantidades em um processo. As causas dos defeitos são investigadas imediatamente, e uma ação corretiva é implementada	O sistema calcula a ação corretiva mais apropriada
Considerado um componente dentro da Troca Rápida de Ferramentas como forma de reduzir o “setup” das máquinas		Utilizada para completar a integração do STP a partir de uma operação automatizada.
	Produtos flexíveis, de baixo custo e qualidade superior	Atividade meio para melhorar a integração e a flexibilização em um processo produtivo
	Recursos são minimizados: materiais e trabalhadores mínimos	

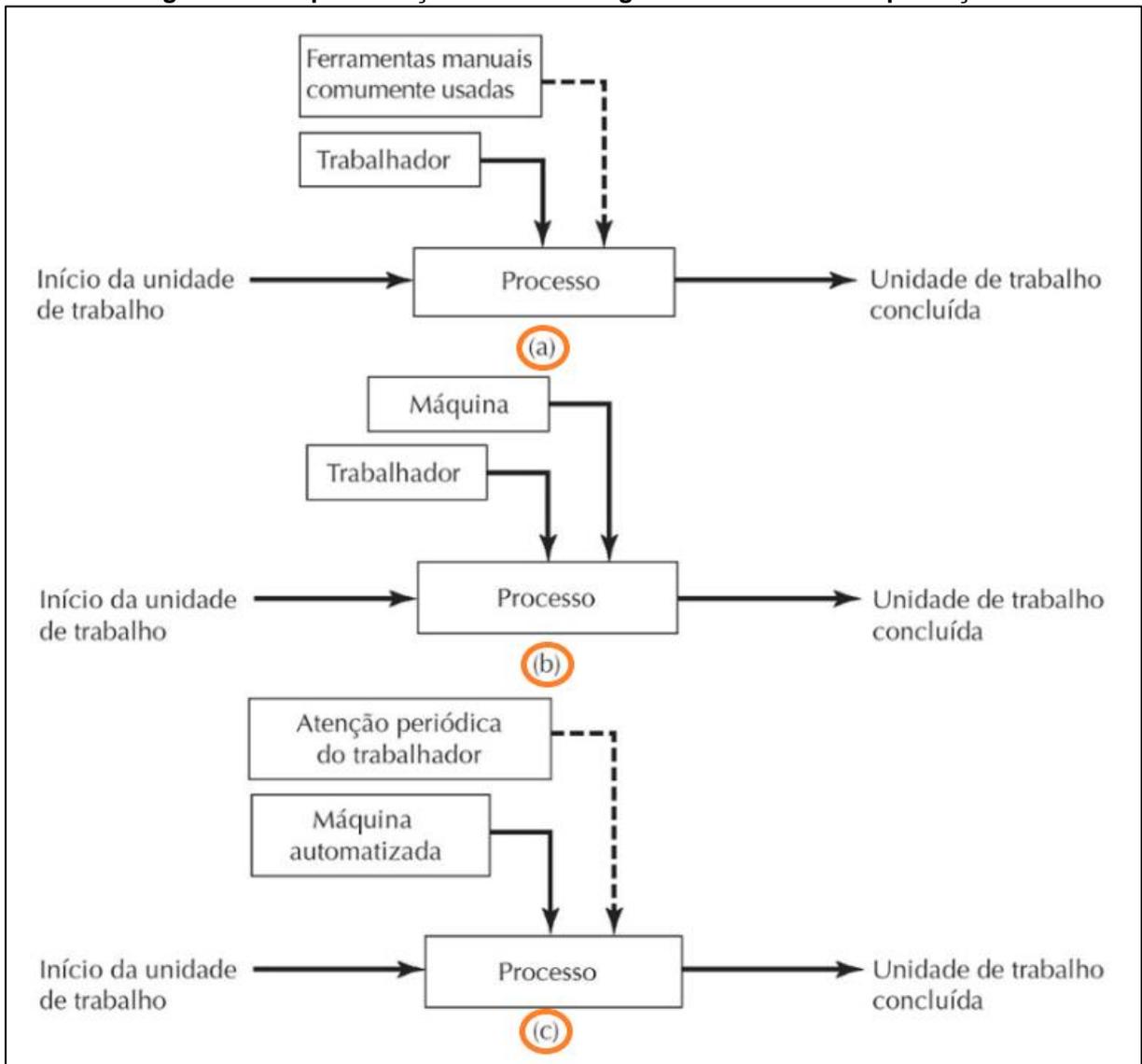
Fonte: LUZ, G. B. da; KUIAWINSKI, D. L. **Mecanização, Autonomia e Automação – Uma Revisão Conceitual e Crítica**. Disponível em:

<[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/1210.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1210.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2019.

Para uma melhor visualização dos processos relatados, a Figura 20 apresenta as três categorias de sistemas de produção, representando:

- a) Sistema de trabalho manual;
- b) Sistema trabalhador-máquina;
- c) Sistema automatizado.

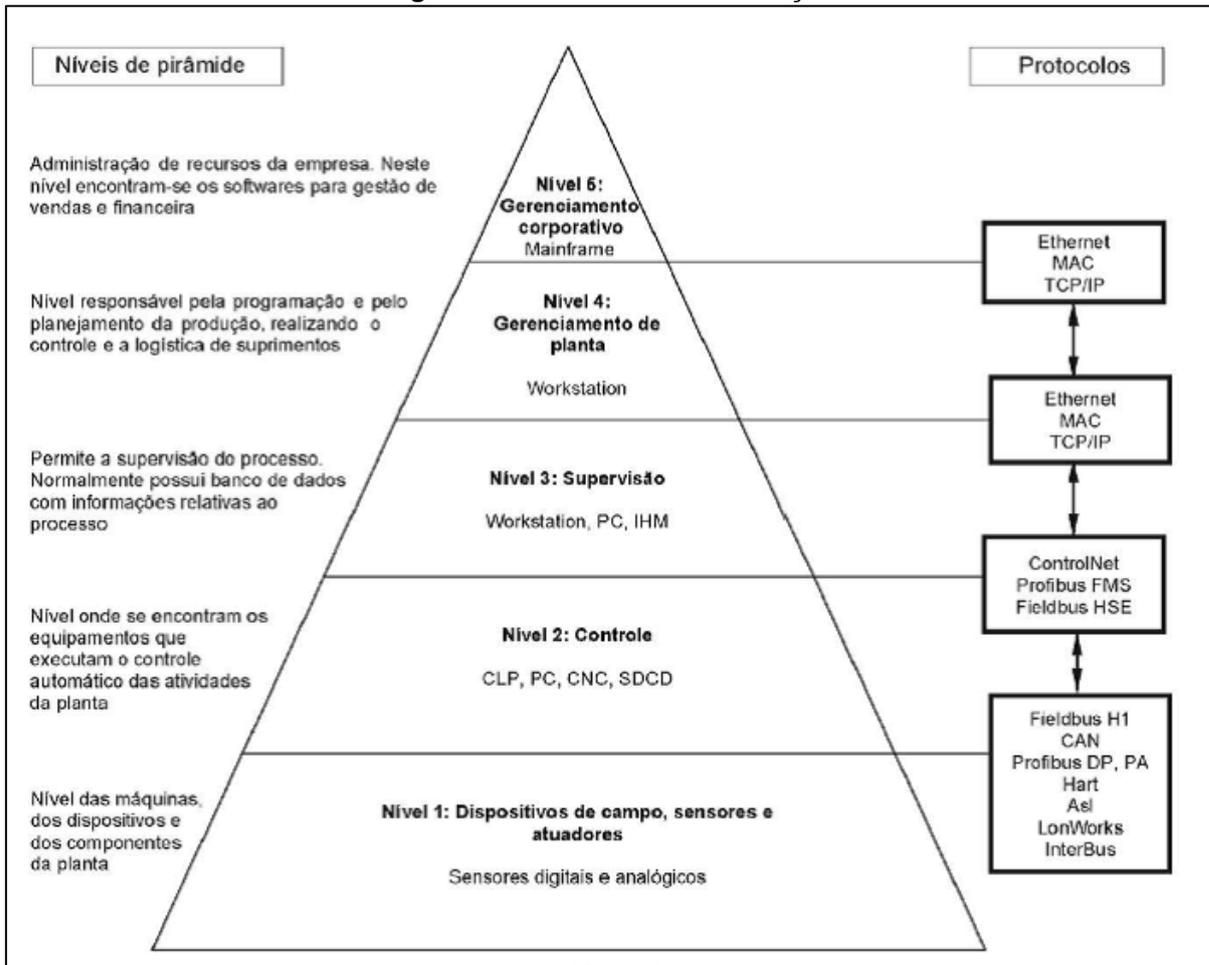
**Figura 20 – Representação das três categorias de sistemas de produção**



Fonte: GROOVER, M. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. p. 4, grifo nosso.

Para a utilização de estruturas automatizadas é demandado o emprego de níveis sofisticados de tecnologia para a sua efetiva implementação, conforme pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 – Pirâmide de automação



Fonte: MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. de L. **Engenharia de automação industrial**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. p. 13.

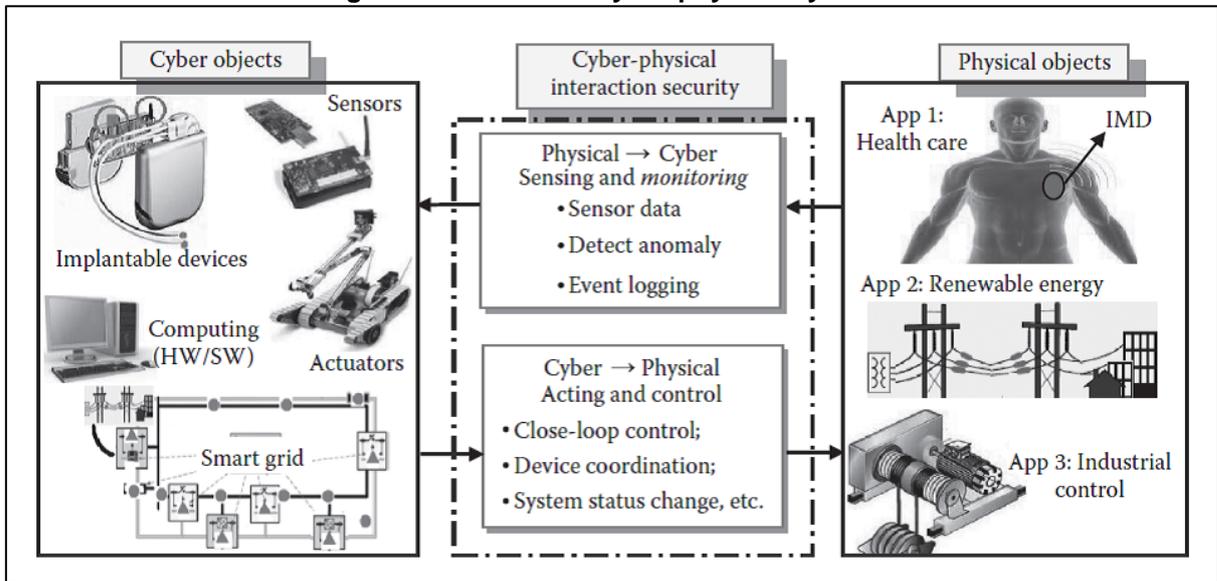
Observa-se na Figura 21 que o nível 5 corresponde ao mais elevado, onde são realizadas as ações do Gerenciamento Corporativo.

#### 2.6.4 A 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0

No transcorrer do segundo decênio do século XXI, a Indústria 4.0, ou Manufatura Avançada, é o novo paradigma tecnológico que está fomentando estudos, pesquisas e debates em várias partes do mundo, promovendo profundas transformações nas organizações, com impactos na sociedade em geral, por isso também chamada de 4ª Revolução Industrial. O tema é contemporâneo e suas implicações resultarão em inúmeros desdobramentos futuros.

Sua concepção é fundada no conceito dos chamados *cyber-physical systems*, ou sistemas cyber-físicos, que conectam o mundo real ao mundo cibernético e vice-versa, conforme Figura 22.

Figura 22 – Estrutura cyber-physical systems



Fonte: HU, F. **Cyber-Physical Systems** Integrated Computing and Engineering Design. Boca Raton, FL: CRC Press 2014. p. xi.

A integração de softwares e hardwares proposta pela Ind. 4.0 permite a obtenção e processamento de dados em níveis extremamente elevados, resultando no chamado Big Data e Data Analytics, possibilitando o emprego avançado de estruturas de TI para a geração de informações cada vez mais precisas e qualificadas, contribuindo para a substancial melhoria e assertividade das decisões. Sensores e atuadores nos processos permitem assegurar a efetividade das ações e sua contínua avaliação, resultando em um feedback em *real time* dos sistemas em diversos níveis do ERP, decorrendo um controle dinâmico em níveis cada vez mais elevados.

De fato, essa nova Revolução Industrial decorre dos avanços nos conhecimentos do eletromagnetismo e da eletrônica, que foram potencializados com a implementação de técnicas de miniaturização de componentes e circuitos. Desses avanços decorreram profundas transformações tanto nos sistemas de manufatura quanto na sociedade, como o advento do computador pessoal e da internet, assim como o desenvolvimento de aparelhos que transformam os telefones celulares em smartphones (JENNER, 2015). Inicialmente limitados a um público específico, os smartphones foram disseminados na sociedade, com uma série de funcionalidades,

como softwares de gestão que permitem o gerenciamento de processos em qualquer lugar que possua conexão com a internet. Para Giachetti (2018, p. 38, tradução nossa), os smartphones passaram por significativas transformações:

Os smartphones não eram tão fáceis de usar e, por causa de seus sistemas operacionais complicados e caros, eles eram direcionados a um nicho, principalmente usuários corporativos, enquanto os telefones comuns, muito mais baratos e intuitivos, eram direcionados ao mercado de massa. [...]. A Apple abalou fatores que eram o status quo para criar um novo padrão: elevou o número de aplicativos trabalhando em sua plataforma bem acima do oferecido por plataformas concorrentes como Symbian e Windows Mobile, graças ao seu ecossistema de desenvolvedores de aplicativos, tornando o iPhone um produto capaz de fornecer qualquer tipo de funcionalidade; sua interface de usuário intuitiva e software instalado fizeram do iPhone um smartphone que todo mundo podia usar; a grande capacidade de armazenamento de dados [...].

O desenvolvimento de medidores e controladores, conforme Bolton (1982, 1995) e Siemens (1976), disponibilizou uma vasta gama de equipamentos para a medição de inúmeras variáveis associadas à manufatura. O avanço da tecnologia originou o desenvolvimento de sensores e sistemas de controle integrado que representam o caminho do futuro (SOLOMAN, 2012).

Tal profusão tecnológica desencadeou uma profunda modificação estrutural na sociedade e nos sistemas econômicos que é chamada atualmente de Quarta Revolução Industrial, geralmente reportada como Indústria 4.0 (STEVAN JR., LEME; SANTOS, 2018).

O termo Indústria 4.0, do alemão *Industrie 4.0*, foi utilizado pela primeira vez na Feira de Hannover, na Alemanha, no ano de 2011 e logo propagou-se pelo mundo. Tal conceito resultou das iniciativas do governo alemão para a construção de uma estratégia de fortalecimento da indústria germânica. Schwab<sup>12</sup> (2016, p.16) descreve muito bem o surgimento da Indústria 4.0:

Ela teve início na virada do século e baseia-se na revolução digital. É caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina). As tecnologias digitais, fundamentadas no computador, *software* e redes, não são novas, mas estão causando rupturas à terceira revolução industrial; estão

---

<sup>12</sup> Klaus Martin Schwab é um engenheiro e economista alemão que em 1971 fundou o *European Symposium of Management*, organizado em Davos na Suíça, que se tornaria em 1987 o *World Economic Forum*, um importante evento anual que reúne dirigentes dos mais diferentes segmentos e países para a discussão de temas de relevância e impactos mundiais. Fonte: <<https://www.weforum.org/about/klaus-schwab>>. Acesso em: 6 out. 2019.

se tornando mais sofisticadas e integradas e, conseqüentemente, transformando a sociedade e a economia global. [...].

Ao permitir “fábricas inteligentes”, a quarta revolução industrial cria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Isso permite a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais.

A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

A Indústria 4.0 vale-se dos estudos de Norbert Wiener publicados em 1948 que levaram ao desenvolvimento dos *cyber-physical systems* – CPS ou sistemas físicos cibernéticos. Dos estudos de Wiener (1968, p. 16) temos a origem da cibernética:

Ao dar a definição de Cibernética no livro original, coloquei na mesma classe comunicação e controle. Por que fiz isso? Quando me comunico com outra pessoa, transmito-lhe uma mensagem, e quando ela, por sua vez, se comunica comigo, replica com uma mensagem conexa, que contém informação que lhe é originariamente acessível, e não a mim. Quando comando as ações de outra pessoa, comunico-lhe uma mensagem, e embora tal mensagem esteja no modo imperativo, a técnica de comunicação não difere da de uma mensagem de fato. Ademais, para o meu comando ser eficaz, tenho de tomar conhecimento de quaisquer mensagens vindas de tal pessoa que me possam indicar ter sido a ordem entendida e obedecida.

A tese deste livro é a de que a sociedade só pode ser compreendida através de um estudo das mensagens e das facilidades de comunicação de que disponha; e de que, no futuro desenvolvimento dessas mensagens e facilidades de comunicação, as mensagens entre o homem e as máquinas, entre as máquinas e o homem, e entre a máquina e a máquina, estão destinadas a desempenhar papel cada vez mais importante.

Esse futuro desenhado por Wiener é o cerne da revolução que está em curso, sendo todos nós protagonistas e agentes ativos das mudanças que resultarão, ao longo dos próximos tempos, em uma nova era da indústria manufatureira assim como entre outras estruturas organizacionais em diversas áreas, como saúde, serviços, entretenimento, governos, etc., com arranjos produtivos descentralizados utilizando tecnologia avançada de sensores conectados virtualmente, em uma ampla aplicação do conceito de *Cyber Physical Systems* – CPS – ou Sistemas Cíber-Físicos. Nesses sistemas, hardwares e softwares computacionais realizam a auto coordenação e comunicação com sensores, por meio de um ecossistema sofisticado, que monitoram indicadores físicos e virtuais, além dos chamados atuadores, que permitem atuar sobre o ambiente físico e virtual em que são operacionalizados, buscando de alguma forma, interagir com o ambiente, promovendo a sua modificação em tempo real. A

atuação por meio de sensores possibilita a captura de inúmeras variáveis do ambiente, resultando em um conhecimento mais profundo dos processos em curso com seu maior controle. Com essas novas tecnologias podem ser obtidos dados em tempo real, em grande quantidade e dos mais diversos aspectos do processo produtivo, para serem rapidamente transmitidos, gerando um Big Data e analisados com recursos de Inteligência Artificial, fornecendo informações que possibilitam a gestão organizacional um maior controle dos processos e tomada de decisões mais assertivas, resultando na gestão e modificação de processos em tempo real e tornando-os mais produtivos, eficientes e eficazes. Tais potencialidades são apontadas por Schwab (2018); Stevan Jr., Leme e Santos (2018) e Silva et al. (2018) entre outros.

Quarta Revolução Industrial apresenta a perspectiva de soluções inovadoras, requerendo um esforço conjunto para a superação dos desafios que se apresentam, como alerta Schwab (2018, p.30):

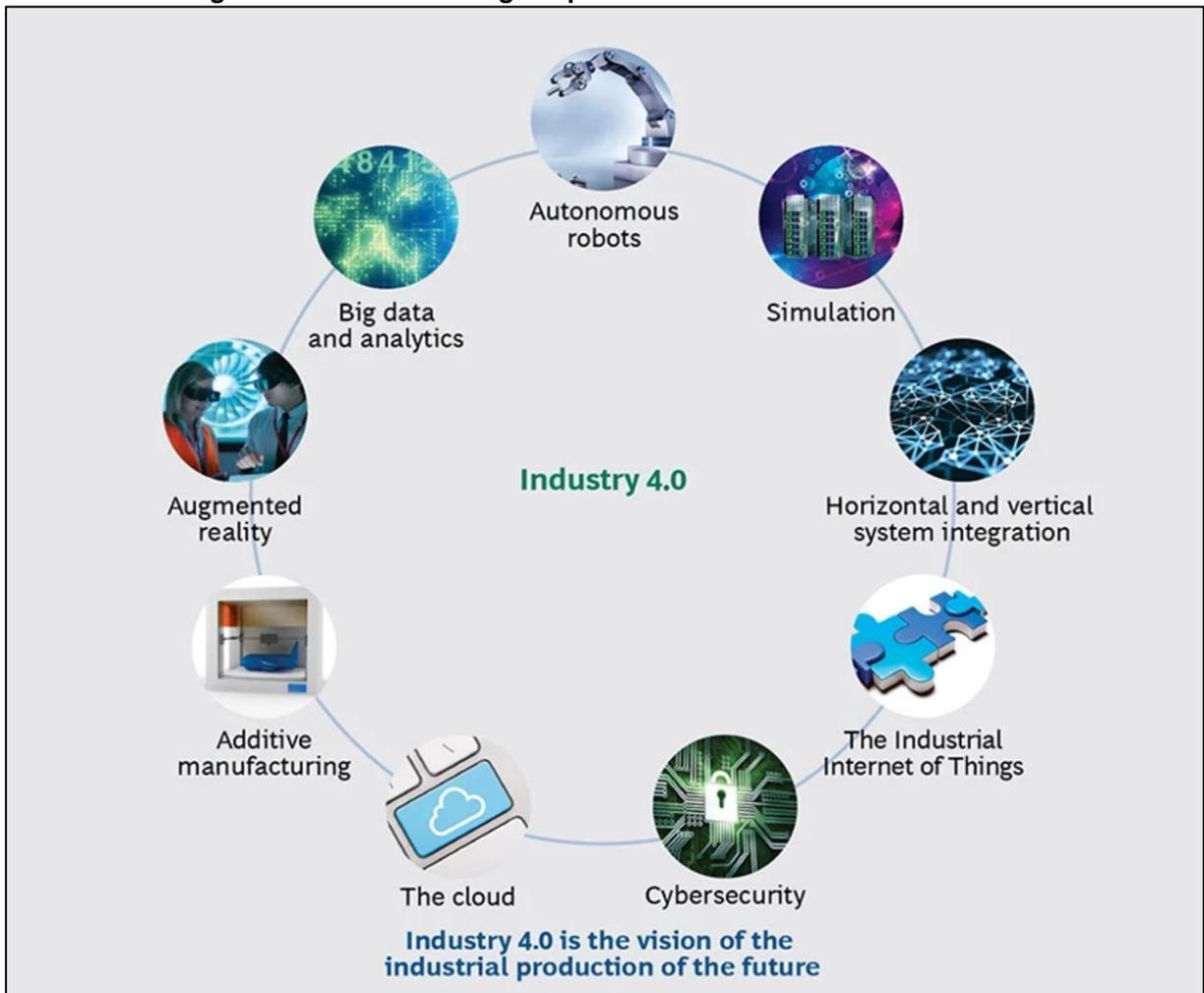
A Quarta Revolução Industrial representa uma importante fonte de esperança para darmos continuidade a essa escalada no desenvolvimento humano que tem gerado uma significativa melhoria na qualidade de vida de bilhões de pessoas desde 1800.

A concretização desses benefícios requer a colaboração entre as diversas partes interessadas para superar três desafios centrais: a justa distribuição dos benefícios das disrupções tecnológicas, a contenção das inevitáveis externalidades e a garantia de que as tecnologias emergentes nos empoderem como seres humanos, em vez de nos governar.

Schwab (2016, p. 19) destaca que “além de velocidade e da amplitude, a quarta revolução industrial é única por causa da crescente harmonização e integração de muitas descobertas e disciplinas diferentes.”

Em relatório de Rüßmann et al. (2015) do Boston Consulting Group intitulado “*Industry 4.0 – The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*” foram destacadas nove tecnologias que irão transformar o processo produtivo industrial, com a aplicação dos conceitos da CPS, conforme Figura 23.

Figura 23 – Nove tecnologias que estão transformando a indústria



Fonte: RÜßMANN, M. et al. **Industry 4.0.** The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group. 2015. Disponível em: <[http://image-src.bcg.com/Images/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm15-61694.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm15-61694.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2017. p.3.

Para Erboz (2017) as tecnologias destacadas podem ser sumarizadas, sendo apresentadas as bases conceituais e aplicações no Quadro 4.

**Quadro 4 – Resumo dos conceitos que definem a visão futura da Indústria 4.0.**

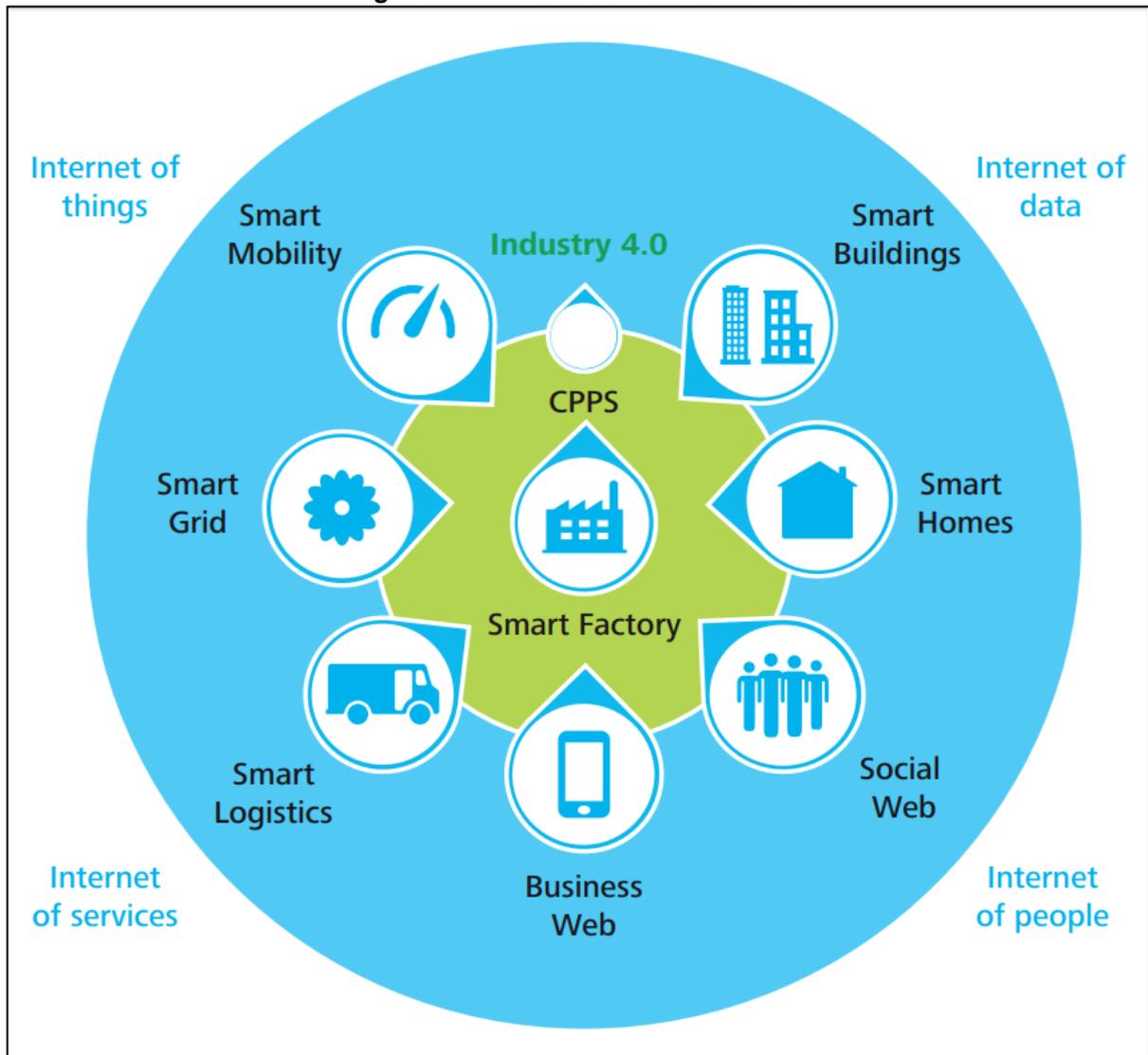
Base tecnológica	Base conceitual	Exemplos de aplicações
<b>BIG DATA</b>	Grandes e complexos conjuntos de dados que afetam a tomada de decisão das empresas e o controle de processos	Análise de Big Data, algoritmos, softwares
<b>AUTONOMOUS ROBOTS</b>	Executar tarefas complexas que não podem ser realizadas por humanos	O robô Kuka Iwaa tem a capacidade de desenvolver habilidades para realizar determinadas tarefas
<b>SIMULATION</b>	Modelagem matemática e algoritmos que otimizam o processo por meio de simulações em ambientes virtuais	Programas de software
<b>HORIZONTAL &amp; VERTICAL SYSTEM INTEGRATION</b>	Integração dos processos internos e da cadeia de Supply Chain	Fábricas inteligentes e sistemas em nuvem conectando a cadeia de Supply Chain
<b>INTERNET OF THINGS</b>	Conexão de dispositivos físicos com sistemas e utilização de softwares	Redes inteligentes
<b>CLOUD COMPUTING</b>	Plataformas com conceito de nuvem compartilhadas por diversos usuários	Google Drive, BlueCloud, Windows Azur
<b>ADDITIVE MANUFACTURING</b>	Tecnologia de impressão 3D, produção personalizada em massa	Impressoras 3D produzindo a partir de smartphones
<b>AUGMENTED REALITY</b>	Interação homem-máquina em ambientes virtuais	Serviços de manutenção e comissionamento de plantas industriais
<b>CYBER SECURITY</b>	Ataques cibernéticos em ambiente de negócios	Sistemas nacionais de defesa para evitar ataques

Fonte: Adaptado de ERBOZ, G. How To Define Industry 4.0: Main Pillars Of Industry 4.0. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT, 7., 2017, Nitra, Slovakia. **Managerial Trends in the Development of Enterprises in Globalization Era**. Nitra, Slovakia: Slovak University of Agriculture, 2017. p. 761-767. Disponível em: <[https://spu.fem.uniag.sk/fem/ICoM\\_2017/files/international\\_scientific\\_conference\\_icom\\_2017.pdf](https://spu.fem.uniag.sk/fem/ICoM_2017/files/international_scientific_conference_icom_2017.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2019. Tradução nossa.

Essa combinação de tecnologias, originando um ecossistema produtivo totalmente integrado, irá transpor os limites da própria organização, compondo uma aldeia global (DELOITTE, 2015).

A Figura 24 apresenta como essa integração deverá ocorrer, gerando impactos em diversas dimensões, como mobilidade, a construção de prédios e casas inteligentes assim como redes de energia elétrica entre outros.

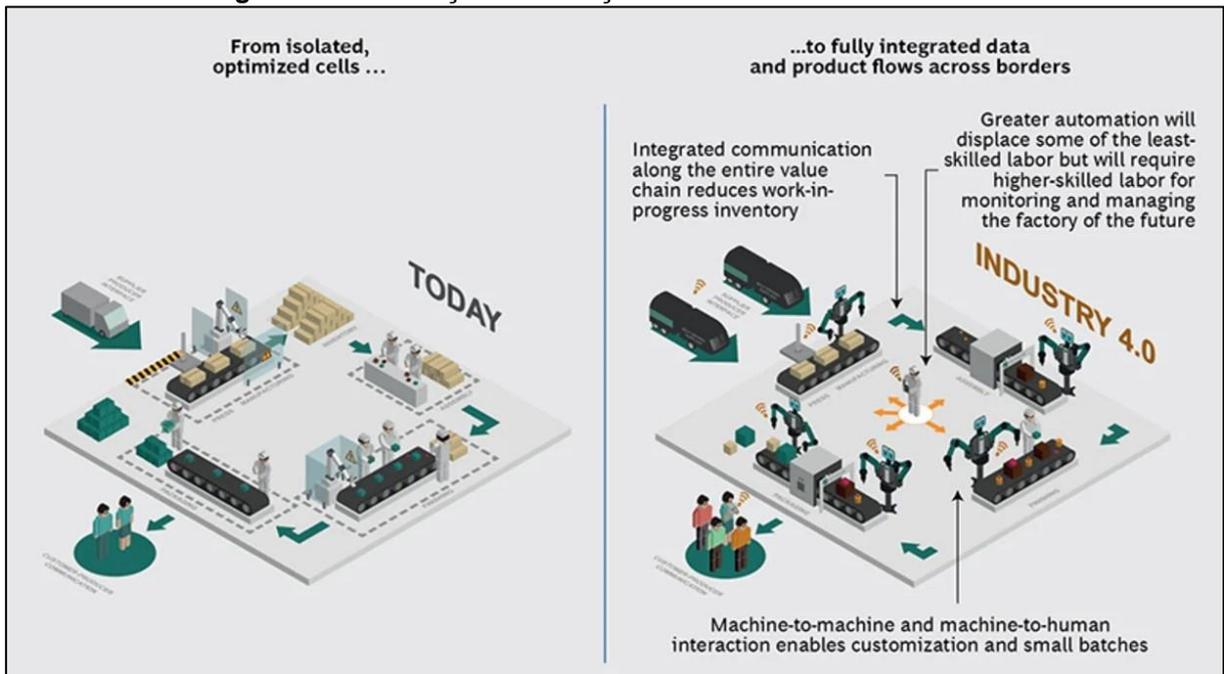
Figura 24 – Interfaces da Indústria 4.0



Fonte: DELOITTE AG. **Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential Technologies.** Zurich. 2015, p.4. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2019.

Nível de integração semelhante também é compartilhada pelo Boston Consulting Group, conforme Figura 25.

**Figura 25 – Mudanças nas relações de manufatura tradicionais**



Fonte: RÜßMANN, M, et al. **Industry 4.0.** The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group. 2015, p. 4. Disponível em: <[http://image-src.bcg.com/Images/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm15-61694.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm15-61694.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2017. p. 4.

Estudo de Lu (2017) analisou diversas publicações científicas relacionadas a Indústria 4.0 no período de 2011 a 2016, obtidas nos sites *Web of Science* e no *Google Scholar*, conforme Tabela 1, demonstrando que existem várias possibilidades de aplicações das tecnologias relacionadas à Indústria 4.0.

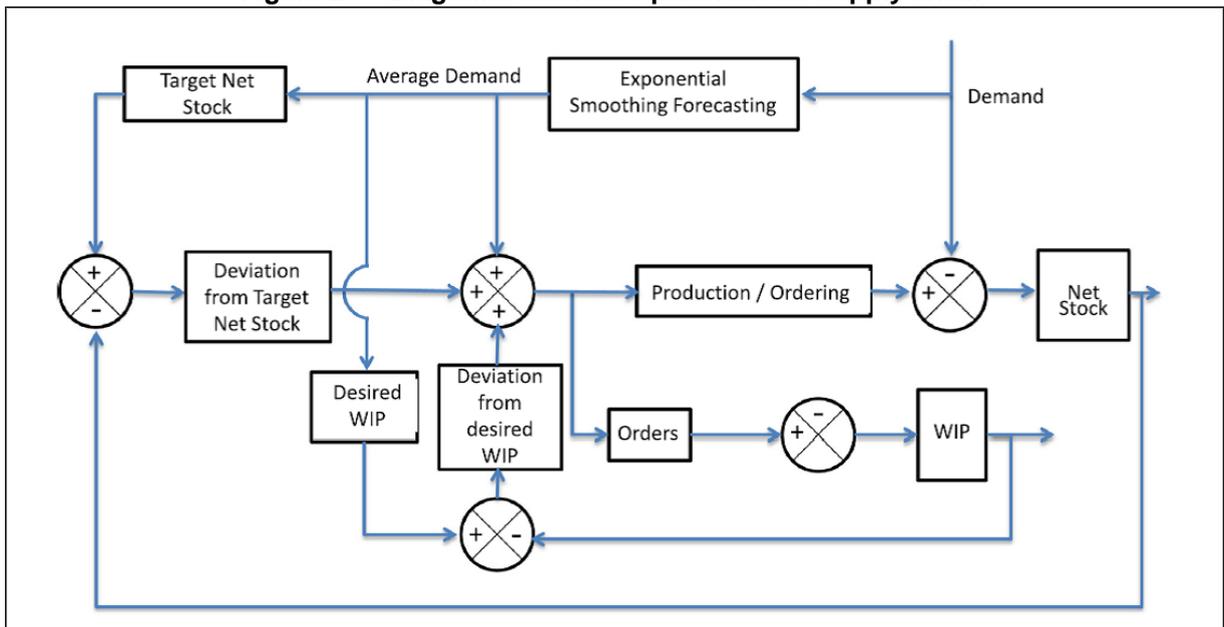
**Tabela 1 – Publicações pesquisadas no período de 2011 a 2016 e possibilidades de aplicações**

Research categories of the selected 88 publications.	
Research categories	Number of publications
Concept and perspectives of Industry 4.0	18
CPS-based Industry 4.0	12
Interoperability of Industry 4.0	11
Key technologies of Industry 4.0	20
Applications of Industry 4.0	27
	Total: 88

Fonte: LU, Y. **Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues.** Journal of Industrial Information Integration, v 6, p. 1-10, Jun. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-industrial-information-integration/vol/6/suppl/C>>. Acesso em: 14 set. 2019.

Adicionalmente, Ivanov et al. (2018) apresentam aplicações da teoria do controle na estrutura das organizações e suas redes de *supply chain*, com a Indústria 4.0 representando um conceito inteligente de rede de manufatura, onde máquinas e produtos interagem entre si sem controle humano, onde as redes possuem estruturas dinâmicas que evoluem com o tempo. Um modelo da rede, em um diagrama de blocos, é apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Diagrama de blocos para rede de supply chain



Fonte: IVANOV; D, at al. **A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0.** Annual Reviews in Control, v. 46, p. 134-147, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/annual-reviews-in-control/vol/46/suppl/C>>. Acesso em: 14 set. 2019.

A disponibilização de elevados níveis tecnológicos, assim como a possibilidade de plena integração por meio do IoT dos diversos componentes dos sistemas organizacionais, potencializa as oportunidades para o emprego dos controles dinâmicos que, conforme Moraes e Castrucci (2010, p. 7), é:

O controle dinâmico tem por objetivo estabelecer o comportamento estático e dinâmico dos sistemas físicos, tornado-o mais obediente aos operadores e mais imune às perturbações dentro de certos limites. Utiliza sempre medidas de variáveis internas e/ou de saída do sistema, num esquema de realimentação ou feedback em torno do sistema original. Este é um conceito de incalculável poder tecnológico para o aperfeiçoamento de inúmeros processos, seja em velocidade e precisão, seja em custo.

Das possibilidades decorrentes do emprego de sistemas dinâmicos decorre uma diversidade de trabalhos publicados sobre as potencialidades das tecnologias da

Indústria 4.0, demonstrando as inúmeras oportunidades que estão sendo apresentadas às organizações para a realização de profundas transformações em suas estruturas.

Por fim, apresenta-se no Quadro 5 um resumo das transformações e rupturas decorrentes das Revoluções Industriais e as oportunidades decorrentes das tecnologias da Indústria 4.0.

**Quadro 5 – Principais características das Revoluções Industriais**

Parâmetros	Revolução industrial			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
<b>Período</b>	Século XVIII ao início do século XIX	Final do século XIX - início do século XX	Metade do século XX	Século XXI
<b>Inovações industriais decorrentes</b>	Produção de ferro fundido, motores a vapor e indústria têxtil	Produção de aço de alta qualidade, propagação das ferrovias, eletricidade e produtos químicos	Fontes de Energia renováveis, tecnologias digitais, processos organizacionais em redes	Internet das Coisas e robótica
<b>Modelo de tecnologia empregada</b>	Produção industrial	Produção com transportadores	Produção global baseada em tecnologias digitais	Produção totalmente automatizada
<b>Infraestrutura necessária</b>	Equipamentos industriais	Equipamentos transportadores e ferrovias	Equipamentos digitais e infraestrutura em escala global	Internet de altíssima velocidade e equipamentos robóticos
<b>Essência das transformações sistêmicas na indústria</b>	Estruturação da produção industrial	Estruturação da produção com transportadores	Estruturação da produção global com base em tecnologias digitais	Estruturação da produção totalmente automatizada
<b>Mudanças na eficiência logística</b>	Transporte a vapor	Transporte ferroviário	Edifícios que geram energia elétrica, meios de transporte elétrico, híbrido e outros	Exoesqueleto, manipuladores, robótica
<b>Mudanças na eficiência dos produtos</b>	Produtos de ferro fundido	Produtos de aço	Produtos informatizados	Novos materiais construtivos

Fonte: Adaptado de POPKOVA, E. G.; RAGULINA, Y. V.; BOGOVIZ A. V. Fundamental Differences of Transition to Industry 4.0 from Previous Industrial Revolutions. In \_\_\_\_\_. **Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century**, Studies in Systems, Decision and Control 169. Switzerland: Springer International Publishing AG, 2018, p. 21-29.

Os avanços decorrentes das Revoluções Industriais e das novas tecnologias modificaram profundamente as organizações e seus processos produtivos, sendo necessário que a gestão e o controle dessas novas estruturas também evoluíssem.

Nessa nova concepção industrial, a Contabilidade e a Controladoria desempenham atividades cada vez mais relevantes para a obtenção dos dados e avaliação dos resultados.

## 2.7 Contabilidade e Controladoria

A contabilidade ocupa uma posição relevante na estrutura de uma organização, pois tem como uma das atividades a coleta de dados<sup>13</sup> até a divulgação de relatórios, conforme Sunder (2014, p. 57) “A Contabilidade e o controle se estendem desde a coleta básica de dados por toda a firma até os relatórios de desempenho para vários gestores, as divulgações públicas e os relatórios financeiros auditados.”

Desde de suas origens, a contabilidade exerceu relevante papel no desenvolvimento da técnica dos negócios e seu aperfeiçoamento introduziu profundas mudanças, que são percebidas até os dias atuais. Tendo sua técnica aprimorada a partir do Renascimento, com a adição das partidas dobradas, a contabilidade foi desenvolvendo ao longo do tempo um corpo próprio para possibilitar o registro das transações das organizações e apurar de maneira cada vez precisa o resultado de suas operações (HENDRIKSEN; BREDA, 2012).

Destaca Delumeau (2017, p. 188-189) sobre a contabilidade:

A par do prêmio de seguro, a contabilidade por partidas dobradas foi outra inovação capital na técnica dos negócios durante a época do Renascimento. [...]. Mas a multiplicação das transações e o desenvolvimento do crédito provocaram a inflação das escritas e a necessidade de haver pessoal especializado em contabilidade. Esta permitia que um responsável de uma companhia mercantil conhecesse facilmente a situação de seus credores e dos seus devedores, que a partir do século XIV podiam ultrapassar a centena. [...]. Assim, de acordo com o registro que consultava, o homem de negócios do Renascimento podia agora saber em qualquer momento a situação da sua caixa, o ponto em que se encontravam as suas transações com este ou aquele correspondente ou sobre este ou aquele produto, e o montante dos seus lucros ou perdas consideradas no seu todo. [...] os livros dos Massari de Génova, datados de 1340, constituem o primeiro exemplo conhecido da nova técnica [...].

---

<sup>13</sup> **Dados**, ou dados brutos, são as descrições básicas de produtos, clientes, eventos, atividades e transações que são registradas, classificadas e armazenadas. Os dados são a matéria-prima a partir da qual as informações são produzidas; a qualidade, a confiabilidade e a integridade de dados precisam ser mantidas para que a informação seja útil. [...]. Um **banco de dados** é composto por dados armazenados e organizados que possam ser acessados, pesquisados, recuperados e atualizados. **Informação** é um dado que já foi processado, organizado ou colocado em contexto de forma a ter significado e valor para a pessoa que o recebe. (TURBAN; VOLONINO, 2013, p. 34, grifo dos autores).

A relevância da informação contábil é destacada por Gonçalves e Riccio (2009, p. 31):

Destaca-se ainda que a Contabilidade tem grande papel nesta tarefa de auto-regulagem desempenhada pela organização na medida em que propõe vários padrões de comparação baseados em modelos preditivos (orçamentos, custo padrão etc.), e contribui na proposição de diversas linhas de ações corretivas.

[...]. Sem os fluxos informacionais adequados, não há como implantar-se sistemas de controle, que são essenciais para a organização da atividade produtiva, para a comunicação de objetivos e para a aprendizagem organizacional.

[...]. A contabilidade enquanto área de conhecimento, tem o papel de mensurar a criação de valor dentro da organização, e embora ainda prossigam estudos com este fim, suas mensurações constituem-se na linguagem universal dos negócios.

A contabilidade é importante em um ambiente de relações comerciais cada vez mais complexas. Com o avanço das tecnologias, a integração comercial entre as mais diversas organizações dispersas em todo o planeta é cada vez mais intensificada, resultado da chamada globalização, como exposto por Shapiro (2010, p. 135 e 144):

A evolução de novos mercados lucrativos em países em desenvolvimento com rápido crescimento também está mudando a característica das corporações globais. Pela primeira vez na história econômica há mercados globais genuínos para a produção e o consumo de tudo, desde telefones celulares e produtos farmacêuticos até ferramentas para máquinas e serviços de informação. Esse novo aspecto da globalização amplia a atividade de negócios, produzindo um novo tipo de empresa global.

[...].

Pela primeira vez a globalização e as tecnologias de informação dão as companhias praticamente em qualquer local do mundo acesso real a ideais e inovações geradas não apenas a alguns quilômetros, mas também a alguns continentes de distância.

A contabilidade possui como função:

[...] fornecer informações financeiras quantificadas sobre o patrimônio da pessoa em cujo nome é exercida a atividade da unidade de produção, que sejam úteis para a tomada de decisões econômicas; e para isso:

- a) reúne, organiza e resume – mediante a escrituração mercantil – a massa de dados sobre os fatos financeiros relativos a esse patrimônio; e
- b) extrai da escrituração mercantil o conjunto de informações mais significativas e úteis para seus destinatários, as organiza, do modo mais informativo, em demonstrações financeiras, e divulga essas demonstrações a fim de que se tornem acessíveis aos usuários em potencial. (PEDREIRA, 1989, p. 544).

O papel da contabilidade também é destacado por Filho; Lopes e Pederneiras (2009, p. 2):

O papel da contabilidade, portanto, é pensar e conceber um modelo de informação que auxilie na redução do conflito distributivo decorrente dos movimentos de apropriação de bens e serviços da sociedade. Mediar o conflito distributivo implica no estabelecimento de *marcadores*, cuja principal característica seja a possibilidade de serem vistos e compreendidos por todos que atuam na movimentação de recursos escassos. O conjunto de *métricas contábeis*, produzidos no âmbito dos sistemas de informações, forma um *mapa de marcadores*, que, em última instância, promove o alinhamento dos objetivos entre as pessoas, com o intuito de reduzir conflitos. Nesse sentido, a contabilidade é, também, promotora da paz.

Para a contabilidade atender os mais diversos públicos, nos mais diferentes pontos do planeta, ela deve valer-se da uniformidade, conforme aponta Sunder (2014, p. 174):

A uniformidade é o santo graal da criação de padrões em contabilidade. A diversidade de práticas contábeis convida à crítica. Intuitivamente, essa é uma ideia atraente que, se ao menos os contadores pudessem ser persuadidos a tratar transações semelhantes de modo igual, e transações diferentes de modo diferente, as demonstrações financeiras refletiriam a realidade econômica com precisão. Infelizmente, isso não é tão simples. O problema é que não existem dois eventos ou transações que sejam exatamente idênticos, nem totalmente diferentes.

Nesse sentido, foi criado no Brasil o Comitê de Pronunciamentos Contábeis – CPC, por meio da Resolução do Conselho Federal de Contabilidade – CFC de número 1.055/05, tendo como objetivo:

Art. 3º O Comitê de Pronunciamentos Contábeis – (CPC) tem por objetivo o estudo, o preparo e a emissão de documentos técnicos sobre procedimentos de Contabilidade e a divulgação de informações dessa natureza, para permitir a emissão de normas pela entidade reguladora brasileira, visando à centralização e uniformização do seu processo de produção, levando sempre em conta a convergência da Contabilidade Brasileira aos padrões internacionais.

Reveste-se a contabilidade, portanto, de importante papel para a obtenção e registro dos dados contábeis, obtidos por meio de técnicas próprias para a geração de diversas informações requeridas por seus diferentes usuários, dentre elas as relacionadas ao desempenho, conforme apresentado pelo CPC no Pronunciamento Técnico CPC 00 (R2):

1.18 Informações sobre o desempenho financeiro da entidade que reporta durante o período, refletidas por mudanças em seus recursos econômicos e reivindicações, exceto aquelas resultantes da obtenção de recursos adicionais diretamente de investidores e credores (ver item 1.21), são úteis na avaliação da capacidade passada e futura da entidade de gerar fluxos de entrada de caixa líquidos. Essas informações indicam em que medida a entidade que reporta aumentou seus recursos econômicos disponíveis e, assim, a sua capacidade de gerar fluxos de entrada de caixa líquidos por meio de suas operações e, não, pela obtenção de recursos adicionais diretamente de investidores e credores. Informações sobre o desempenho financeiro da entidade que reporta durante o período também podem ajudar os usuários a avaliar a gestão de recursos da administração sobre os recursos econômicos da entidade.

A avaliação de indicadores desempenho do sistema organizacional apresenta um escopo bastante amplo, conforme apontam Franchiscini e Franchiscini (2017, p. 25-26):

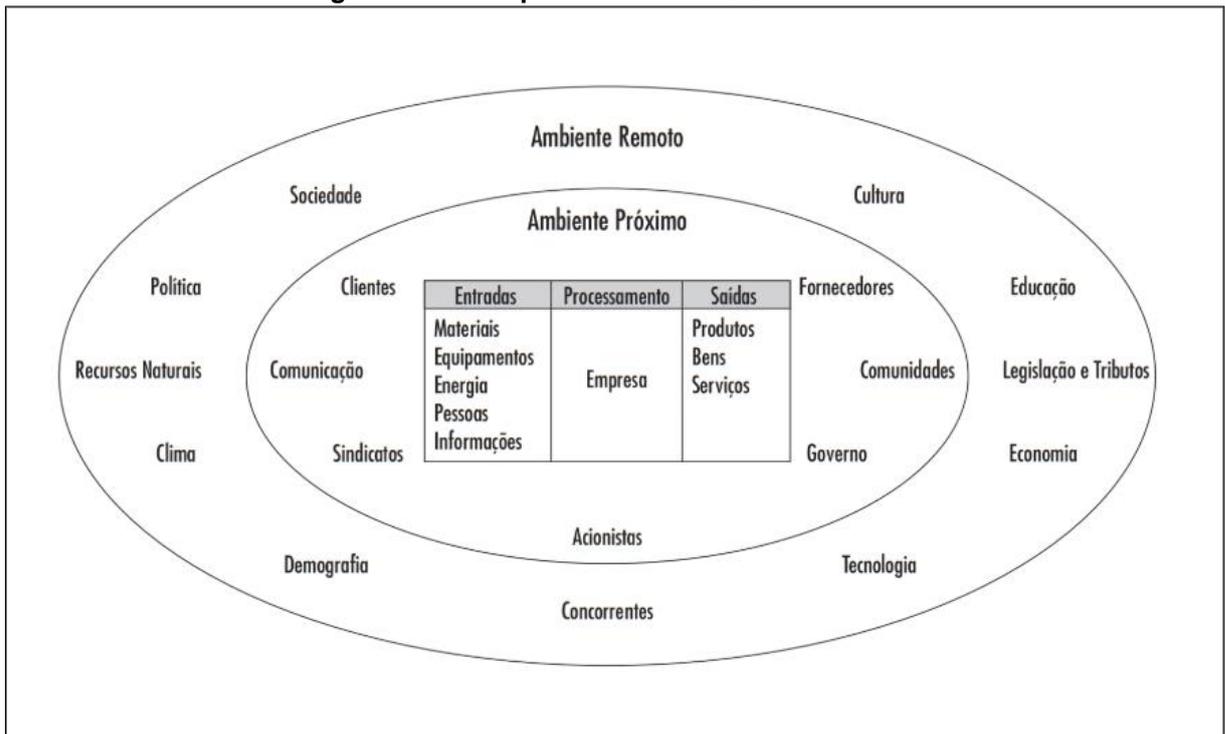
A função dos indicadores de desempenho é mostrar a ocorrência ou ausência de fatos relevantes, ser capaz de chamar a atenção de um analista sobre os problemas que estão ocorrendo em um sistema produtivo e, também, ser portador de informação de que o problema foi resolvido. Eles devem ser capazes de nos mostrar o real estado de um processo produtivo, de bens ou serviços, e de monitorar seus aspectos críticos. Enfim, um indicador fornece informações relevantes para a avaliação de uma determinada situação. Podemos utilizar o conceito de desempenho para verificar diversos aspectos de um sistema de produção, dependendo de nossa necessidade de análise em determinado momento.

Para Farris et al. (2012, p. 1) os indicadores de desempenho, ou métricas, representam:

[...] um sistema de mensuração que quantifica uma tendência, uma dinâmica ou uma característica. Em virtualmente todas as disciplinas, os praticantes usam métricas para explicar fenômenos, diagnosticar causas, compartilhar descobertas e projetar os resultados de eventos futuros. No mundo da ciência, dos negócios e do governo, as métricas estimulam o rigor e a objetividade. Elas tornam possível comparar observações entre regiões e períodos de tempo, além de facilitar a compreensão e a colaboração.

O alinhamento da organização como um sistema aberto evidencia a assimilação pela mesma dos mais diversos impactos decorrentes das constantes mudanças no ambiente externo, conforme apresentado na Figura 27, o que possibilita a avaliação do desempenho com diferentes aspectos.

**Figura 27 – A empresa como um sistema aberto**



Fonte: PADOVEZE, C. L. **Sistemas de Informações Contábeis**. Fundamentos e Análise. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015. p. 16.

O estabelecimento de padrões é de extrema relevância para o controle e avaliação dos indicadores da organização, uma vez que o padrão representa:

[...] o nível de eficiência estrategicamente necessário, em relação ao consumo de recursos da empresa, para se produzir uma unidade de produto; e o orçamento [parte do planejamento] o instrumento gerencial que busca otimizar o resultado econômico das atividades de cada uma das áreas funcionais da empresa, sejam elas operacionais ou de suporte, através de um processo de planejamento que indique os parâmetros de eficiência e eficácia para a execução daquelas atividades, tendo sempre em vista a missão e objetivos da empresa. (NAKAGAWA, 1993, p. 15).

O conceito de desempenho abarca o emprego de um grande número de indicadores a depender do objetivo da avaliação, conforme Quadro 6.

**Quadro 6 – Indicadores de desempenho**

DESEMPENHO				
Operacional	Energético	Educacional	Esportivo	Cognitivo
Eficiência	Produtividade	Absenteísmo	Liquidez	Risco
Lucratividade	Efetividade	Rentabilidade	Eficácia	Rendimento

Fonte: Elaboração própria

De maneira geral, os indicadores de eficiência e eficácia são utilizados como direcionadores da gestão organizacional, como cita Chiavenato (2003, p. 19-23):

[...] a administração das organizações a fim de alcançar eficiência e eficácia, torna-se uma das tarefas mais difíceis e complexas.

[...].

EFICÁCIA significa atingir objetivos e resultados. Um trabalho eficaz é proveitoso e bem-sucedido.

EFICIÊNCIA significa fazer bem e corretamente. O trabalho eficiente é um trabalho bem executado.

Também em Maximiano (2002, p. 131):

Eficácia é a palavra usada para indicar que a organização realiza seus objetivos. Quanto mais alto o grau de realização dos objetivos, mais a organização é eficaz.

Eficiência é a palavra usada para indicar que a organização utiliza corretamente seus recursos. Quanto mais alto o grau de produtividade na utilização de recursos, mais eficiente a organização é.

Para Drucker (1990, p. 1) ser eficaz é nato ao homem que dirige uma organização:

Ser eficaz é a função do gerente. Quer trabalhe em empresas, ou em um hospital, numa repartição do Governo ou em um sindicato, numa universidade ou nas forças armadas, espera-se que o gerente (ou diretor executivo ou outro nome qualquer que lhe seja dado na organização) faça que as coisas sejam feitas. Em outras palavras espera-se que ele seja eficaz.

Outros entendimentos para eficácia e eficiência podem ser encontrados em diversas obras (GOMES; GOMES, 2019; JACOBS; CHASE, 2009; JONES, 2010) para citar apenas algumas. Desta forma seria pretencioso firmar aqui um conceito para tais indicadores. Concretamente o que se observa de maneira geral é que a eficiência e a eficácia são elementos tratados como mantras nas organizações e são os direcionadores das ações dos seus gestores.

Não há um indicador específico que possa ser nominado, de maneira geral, como de eficácia e outro de eficiência, pois as operações são realizadas em sistemas e estes por sua vez são constituídos de subsistemas que processam diferentes operações com características e finalidades totalmente diferentes. Portanto, a avaliação da eficiência e da eficácia são realizados por indicadores os mais diversos, empregados em conformidade com a específica necessidade.

A importância da utilização de indicadores para o controle das organizações é o foco do trabalho desenvolvido por Kaplan e Norton (1997) ao conceberem um sistema por eles denominado de *Balanced Scorecard* – BSC.

“O *Balanced Scorecard* traduz a missão e a estratégia das empresas num conjunto abrangente de medidas de desempenho que servirão de base para um sistema de medição e gestão estratégica.” (KAPLAN; NORTON, 1997, p. 2).

O BSC reconhece a importância da adoção de indicadores, também denominados de KPIs<sup>14</sup>, mas desenvolve uma estrutura que possibilita uma ação em sentido duplo, ou seja, a incorporação dinâmica de informações do ambiente em um sistema de causa e efeito que possibilita a avaliação contínua do plano estratégico para verificar sua viabilidade e execução com sucesso. Para tanto, são tomados os resultados mensuráveis em quatro dimensões do desempenho da organização: 1) financeira; 2) do cliente; 3) dos processos internos e 4) do aprendizado e crescimento, conforme estabelecido por Kaplan e Norton (1997).

A avaliação dos *KPIs* ocorre em função das metas estabelecidas quando da elaboração do planejamento. Conforme Francischini e Francischini (2017, p. 181), uma meta:

[...] é definida como um valor a ser atingido por um indicador que traduz o significado de um objetivo. Em decorrência, o estabelecimento de uma Meta pressupõe a existência de um indicador. Os cuidados para o estabelecimento das Metas de um SMD [Sistema de Medição de Desempenho] são expressos na sigla *SMART*, utilizando as iniciais de cinco palavras em inglês: *Specific, Measurable, Achievable, Relevant* e *Time frame*.

O significado de cada um dos atributos que compõe a metodologia SMART é apresentado no Quadro 7.

---

<sup>14</sup> Do inglês *Key Performance Indicators* ou indicador-chave de desempenho.

**Quadro 7 – Significado atributos SMART**

<b>Atributo</b>	<b>Significado</b>
<i>Specific</i> (Específico)	Usar termo claros e específicos. Esclarecer o que está incluído e excluído dos cálculos do valor do indicador para saber se a Meta foi atingida ou não.
<i>Measurable</i> (Mensurável)	Possível de ser medido numericamente, e as informações possíveis de serem coletadas.
<i>Achievable</i> (Alcançável)	Possível de ser realizado em bases concretas. O estabelecimento de metas inviáveis afeta diretamente a motivação dos colaboradores em tentar atingi-las.
<i>Relevant</i> (Relevante)	Devem ter grande importância relativamente a outros fatores e refletir o desejo das equipes de trabalho em colocar energia para alcançar a meta.
<i>Time frame</i> (Temporal)	Prazo definido para ser alcançado; o período de cálculo do indicador deve ser compatível com o tempo necessário para alcançar a meta e torná-la gerenciável, isto é, ter a possibilidade de colocar ações corretivas caso o valor calculado estiver se afastando ou esteja impossibilitado de atingir a meta no prazo acordado.

Fonte: Adaptado de FRANCISCHINI, A. S. N.; FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de Desempenho. Dos Objetivos à Ação – Métodos para Elaborar KPIs e Obter Resultados.** Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. p. 181-182

O desenvolvimento de padrões para avaliação de indicadores de desempenho decorre do tratamento científico do como fazer, desenvolvido por Taylor (1906), que expõe detalhadamente e após longos anos de estudos, como gerenciar as operações de uma oficina de usinagem, demonstrando, cientificamente, como devem ser realizados os processos para obter o melhor rendimento.

A merecida relevância do trabalho de Taylor, ao estabelecer padrões com fundamentos científicos, é destacada por Silva (1965, p. 17-20, grifo nosso) que escreve:

Nem se pode indagar, para diminuir o valor do Taylorismo, a falta de originalidade. Sabe-se que a luta pela poupança do esforço físico e mental data de épocas imemoriais. Taylor não foi, decerto, o primeiro homem que se insurgiu contra o desperdício de tempo e de energia no trabalho. Em última análise, o Taylorismo é uma das modalidades experimentadas pelo homem, muitas vezes instintivamente, para obedecer ao *princípio do meio mínimo*. Inúmeros indivíduos, - físicos, engenheiros, inventores, - em todos os povos e em todos os tempos, contribuíram para intelectualizar o trabalho humano. [...]. Em que pese à série infinita de percussões que Taylor possa ter tido, cabe-lhe o mérito inegável de haver dado organicidade a um conjunto de ideias, - suas e alheias – e de haver composto, com elas, um sistema lógico e operante de administração.

Não paira dúvida, pois, sobre o fato de Taylor haver sido o criador e a figura central indiscutível do movimento que lhe adotou o nome [...].

Foi a partir de 1898 que Taylor propagou mais ativamente os seus princípios, baseado no pressuposto de que através do estudo científico de cada movimento, de cada operação, numa indústria manufatureira, podem colher-se dados conducentes à determinação da capacidade de *produção razoável* do homem e da máquina, e ainda à abolição ou apaziguamento do antagonismo entre empregado e empregador, quiçá entre capital e trabalho, trazendo, como consequência, aumento de eficiência em todos os sentidos.

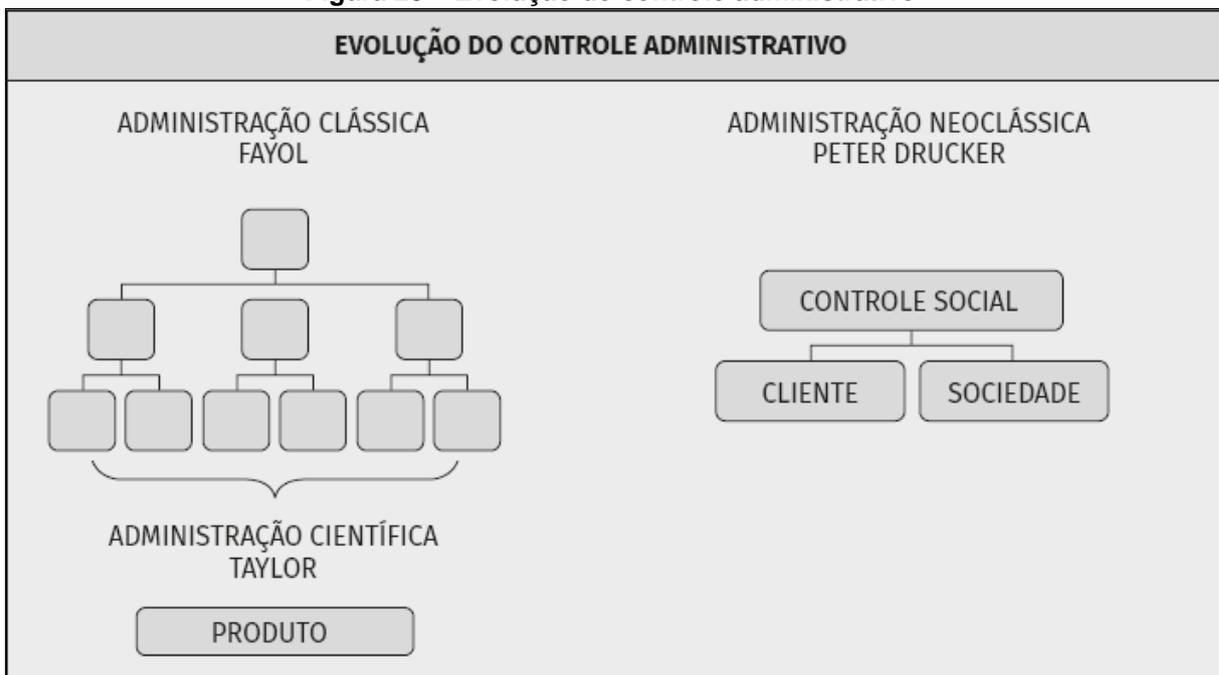
[...]. Das contribuições de Taylor para o progresso econômico e social do Ocidente, a mais tangível foi a demonstração da imensa potencialidade da administração (management) para produzir ganhos econômicos através do **estabelecimento de práticas e padrões de trabalho baseados em métodos científicos**.

Além de Taylor, os estudos de Fayol (2015) para o desenvolvimento da Teoria Administrativa jogaram luz sobre a função administrativa, até então relegada a um plano inferior. Decorrente de seus estudos, a função administrativa, como ação avaliadora assume uma posição de importância e relevância na estrutura organizacional. “A exata avaliação das coisas, fruto do tato e da experiência, é uma das principais qualidades do administrador” (FAYOL, 2015, p. 43).

O imenso valor das teorias de Taylor e Fayol está no fato de permitirem que fossem criados padrões para a administração organizacional em geral, o que possibilitou que a contabilidade desenvolvesse o conceito de custo-padrão, aplicado na geração de relatórios financeiros, segundo normas gerais aceitas, destinadas a investidores, chamada de contabilidade financeira. Com o passar do tempo, as demonstrações contábeis foram sendo moldadas para atender, também, especificidades do fisco, com foco na apuração de tributos (GARCIA, 2014).

A evolução do controle administrativo é apresentada na Figura 28.

**Figura 28 – Evolução do controle administrativo**



Fonte: CASTRO, D. P. de. **Auditoria, contabilidade e controle interno no setor público**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2018. p. 273.

Tornou-se necessário, portanto, que a estrutura contábil evoluísse para o atendimento das novas demandas informacionais, originando a controladoria:

Podemos considerar a controladoria como um avanço em relação à contabilidade, por responder às demandas informacionais mais amplas e, principalmente, pelo rompimento de algumas limitações estabelecidas pelas normas e regulamentações fiscais. Os objetivos da controladoria extrapolam esses limites com a finalidade única de garantir a eficácia decisória. [...]. Dessa forma, o *controller* deve assessorar os gestores, medindo as alternativas econômicas, além de integrar informações e reportá-las para facilitar a tomada de decisões.

O *controller* deve implantar e dirigir (não gerenciar, mas fazer-se participar) os sistemas de informação, motivação, coordenação, avaliação, planejamento e acompanhamento. Vale destacar que essa participação da controladoria se inicia desde o planejamento do processo informacional, ou seja, desde a elaboração do modelo de informação (GARCIA, 2014, p. 7).

O controle é uma ação há muito realizada pelo homem, mas como atividade empresarial tem sua gênese “[...] na Inglaterra com a instituição da função do *comptroller*, profissional afeto ao *accountability* público.” (PETERS, 2004, p. 2).

A origem da palavra controle é apresentada por Castro (2018, p. 251):

O vocábulo *controle* tem origem no latim *rotulum*, que designava a relação dos contribuintes. Era a partir dessa lista que se contratava a operação do cobrador de impostos. Incorporado em definitivo pelos diversos idiomas, o vocábulo *controle* tem sentido amplo, podendo significar dominação (hierarquia/subordinação), direção (comando), limitação (proibição), vigilância (fiscalização contínua), verificação (exame), registro (identificação). Historicamente, a palavra *controle* sempre esteve ligada às finanças. Em francês, *contrôler* significa registrar, inspecionar, examinar. A palavra é originária de *contre-rôle*, registro efetuado em confronto com o documento original, com a finalidade da verificação da fidedignidade dos dados. Para o direito inglês, significa vigilância. No italiano, *controllo* é o mesmo que registro ou exame. Consagrou-se o vocábulo, na técnica comercial, para indicar inspeção ou exame que se processa nos papéis ou nas operações registradas nos estabelecimentos comerciais.

Com a expansão das organizações e maiores complexidades operacionais e de gestão decorrentes de novas tecnologias e processos produtivos, além de exigências regulatórias e da sociedade em geral, é natural que novas estruturas e processos gerenciais sejam requeridas para a continuidade das operações. De fato, como destaca Kanitz (1976, p. 2):

[...] a função controle é apenas mais um instrumento de administração que a crescente complexidade das empresas exige em troca de um bom desempenho.

Na realidade, a necessidade e a conseqüente preocupação com o conceito de controle derivou da descentralização empresarial e da delegação de

poderes a centenas de indivíduos em dezenas de departamentos. Em vez de centralizar todas as decisões, o presidente da empresa delega poderes – em troca do direito de ser informado periodicamente, de criticar as decisões tomadas e de estabelecer alguns parâmetros para decisões futuras, Como se vê, esse tipo de controle permite uma administração muito mais aberta, mais próxima dos problemas da empresa e, ainda mais, valoriza os elementos humanos que nela trabalham.

A evolução da Controladoria é apresentada por Beuren (2002, p. 20):

A controladoria surgiu no início do século XX nas grandes corporações norte-americanas, com a finalidade de realizar rígido controle de todos os negócios das empresas relacionadas, subsidiárias e/ou filiais. Um significativo número de empresas concorrentes, que haviam proliferado a partir da Revolução Industrial, começaram a se fundir no final do século XIX, formando grandes empresas, organizadas sob forma de departamentos e divisões, mas com um controle centralizado. O crescimento vertical e diversificado desses conglomerados exigia, por parte dos acionistas e gestores, um controle na central em relação aos departamentos e divisões que rapidamente se espalhavam nos Estados Unidos e em outros países.

Esses três fatores (a verticalização, a diversificação e a expansão geográfica das organizações) e o conseqüente aumento da complexidade de suas atividades, aliado às tendências de descentralização da gestão das empresas, exigiram a ampliação das funções do *controller*, bem como o surgimento dessa figura também, nas diversas divisões da organização, além do lotado na administração central da companhia.

No Brasil, a função de *controller* emergiu com a instalação das multinacionais americanas norte-americanas no país. Na época, profissionais dessas empresas vinham para ensinar as teorias e práticas contábeis aos responsáveis por essa área, com vistas ao desenvolvimento e implementação de um sistema de informações que fosse capaz de atender aos diferentes tipos de usuários da contabilidade, inclusive para manter um adequado sistema de controle sobre as operações das empresas relacionadas.

O profissional que exerce as ações de controladoria é chamado de controller em algumas organizações. Para Beuren (2002, p. 23) suas responsabilidades são:

É ao *controller*, mais do que qualquer outro profissional, que os gestores se dirigem para obter orientações quanto à direção e ao controle das atividades empresariais, visto ser ele o responsável pelo sistema de informações da empresa. No entanto, não é atribuição sua dirigir a organização, pois essa tarefa é dos gestores, mas é de sua competência mantê-los informados sobre os eventos passados, o desempenho atual e os possíveis riscos da empresa. Nesse sentido, o *controller* deve ter capacidade técnica para realizar as tarefas que lhe são designadas [...].

Devido à natureza e à abrangência de suas atribuições, o *controller* tem uma grande responsabilidade perante os gestores, os acionistas e o governo, consideradas as características das informações que gerencia[...].

Inicialmente, os controladores originaram-se nos departamentos de contabilidade das organizações por possuírem um amplo entendimento da sua operação além de já operarem naturalmente com dados e informações de ordem

quantitativa, possuindo, assim, uma maior familiaridade com números (KANITZ, 1976).

Conforme aponta Gonçalves e Riccio (2009, p. 278), o controller, como grande usuário da contabilidade, deve atuar com diversos escopos, uma vez que essa reveste-se como uma estrutura de sistema de informações:

A contabilidade tornou-se mais do que simplesmente registrar, resumir e informar os aspectos financeiros das operações comerciais. Ela transcende essas funções à medida que se infiltra na organização e simbioticamente há o estabelecimento da política de delegação de responsabilidade (*accountability*), o estabelecimento dos controles internos e do planejamento com a determinação de resultados desejados e de mecanismos de controle de desempenho. Esta é uma das razões pelas quais afirmamos que o sistema de informações contábeis se aproxima bastante dos sistemas de informação da própria organização.

A contabilidade evolui continuamente para atender diversas e diferentes necessidades de informações. Para adequar-se à essas necessidades, foram estruturadas duas contabilidades, chamadas de Financeira e Gerencial.

Os métodos da Contabilidade Financeira e da Contabilidade Gerencial foram desenvolvidos para diferentes propósitos e diferentes usuários das informações financeiras. Há, no entanto, numerosas similaridades e áreas de sobreposição entre os métodos da Contabilidade Financeira e da Contabilidade Gerencial, a qual é relacionada com o fornecimento de informações para os administradores – isto é, aqueles que estão dentro da organização e que são responsáveis pela direção e controle das operações. Ela pode ser contrastada com a Contabilidade Financeira, que é relacionada com o fornecimento de informações aos acionistas, credores e outros que estão fora da organização. [...].

Reconhece-se que os fundamentos da Contabilidade Financeira deferem em muitos aspectos dos fundamentos da Contabilidade Gerencial, e, em muitas situações, são conflituosos, até antagônicos. (PADOVEZE, 2017, p. 10-11)

Um comparativo da Contabilidade Financeira e da Contabilidade Gerencial é apresentado no Quadro 8.

**Quadro 8 – Contabilidade Financeira x Contabilidade Gerencial**

<b>CONTABILIDADE</b>	
Dados Financeiros e Operacionais:	Registrar
	Estimar
	Organizar
	Resumir
<b>Contabilidade Financeira</b>	<b>Contabilidade Gerencial</b>
Divulgação para usuários externos: a) Proprietários b) Credores c) Autoridades Fiscais d) Reguladores	Divulgação para o corpo diretivo da organização objetivando o: a) Planejamento b) Controle c) Tomada de decisões
Evidência resultados de financeiros de atividades já realizadas em relatórios padronizados por reguladores	Evidência decisões que impactarão o futuro em relatórios padronizados pela organização
Objetiva, verificável, relevante a divulgada a tempo	Enfatiza a relevância para a organização e a tempo.
Precisa	É menos verificável e com menor precisão
Divulga relatórios de toda a organização	Divulga relatórios específicos por nível requerido
Seguem princípios contábeis e normas próprias e específicas de agentes reguladores	É orientada pelas diretrizes firmadas pelo corpo diretivo da organização
Obrigatória para publicações destinadas ao mercado	Não é obrigatória para publicações destinadas ao mercado

Fonte: Adaptado de GARRINSON, R. H.; NOREEN, E. W.; BREWER, P. C. **Contabilidade Gerencial**. 14. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. p. 2.

Face a essa diversidade, a Controladoria deverá desenvolver seu trabalho transitando entres esses universos informacionais, conforme destaca Padoveze (2017, p. 11, grifo nosso):

Cabe à Controladoria, como unidade administrativa e órgão de linha, efetivar a utilização do conjunto completo da Ciência Contábil dentro das entidades. O conjunto completo da Ciência Contábil compreende a Contabilidade Financeira e a Contabilidade Gerencial, que devem ser realizadas dentro das entidades de maneira completa e eficaz, de forma concomitante, pelo responsável pela Controladoria, **normalmente denominado Controller**.

Para Figueiredo e Caggiano (2017, p. 13) o controller possui o seguinte papel:

O controller é o gestor encarregado do departamento de Controladoria; seu papel é, por meio do gerenciamento de um eficiente sistema de informação, zelar pela continuidade da empresa, viabilizando as sinergias existentes, fazendo com que as atividades desenvolvidas conjuntamente alcancem resultados superiores aos que alcançariam se trabalhassem independentemente.

O controller tem como tarefa manter o executivo principal da companhia informado sobre os rumos que ela deve tomar, aonde pode ir e quais os caminhos que devem ser seguidos.

A atuação da Controladoria no processo decisório é de fundamental relevância, conforme apontam Nascimento e Reginato (2015, p. 143)

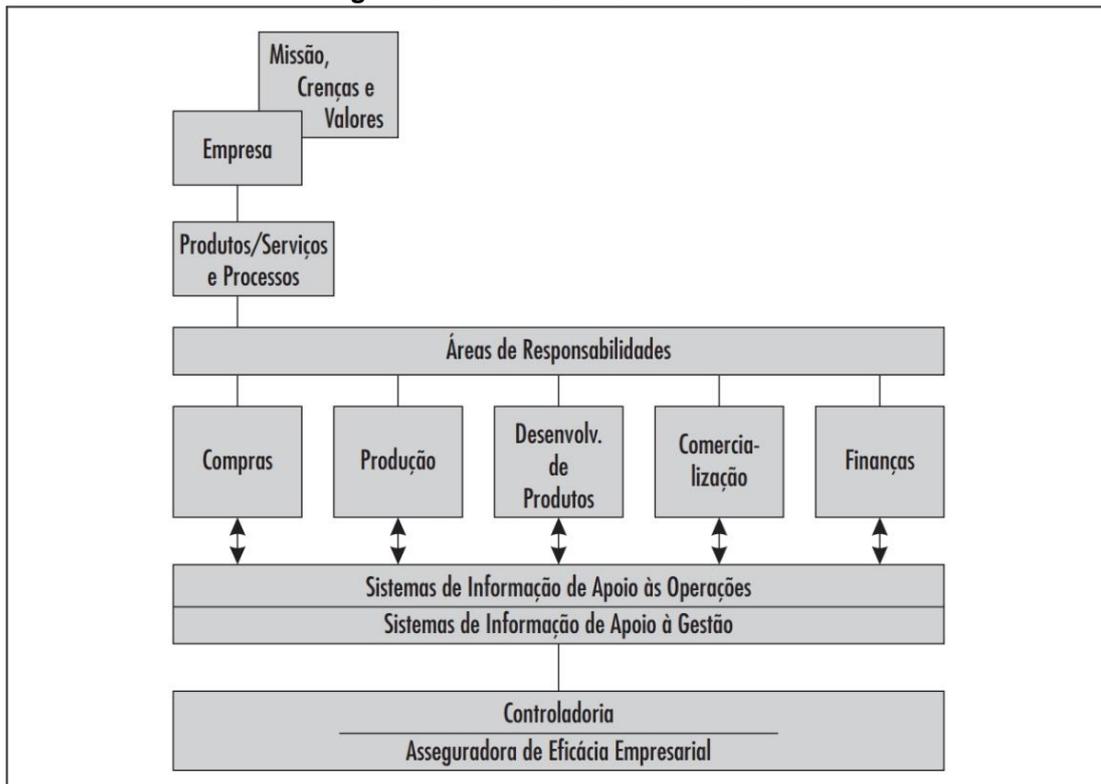
[...] decidir é a tarefa mais importante em uma organização, parecendo claro, também, que o nível de sucesso das decisões depende da habilidade do decisor em desenvolver e analisar as alternativas disponíveis para as soluções dos problemas. [...].

A área de Controladoria tem a função de promover a eficácia dessas decisões, monitorando a execução dos objetivos estabelecidos, investigando e diagnosticando as razões para a ocorrência de eventuais desvios entre os resultados alcançados e os esperados, indicando as correções de rumo, quando necessárias, e, principalmente, suavizando para os gestores as imponderabilidades das variáveis econômicas, através do provimento de informações sobre operações passadas e presentes e de sua adequada comunicação, de forma a sustentar a integridade do processo decisório.

Assim, em uma concepção sistêmica, a função de Controladoria ou Controller na organização pode ser entendida como uma atuação dinâmica, coletando e processando dados, gerando e analisando informações dos processos organizacionais internos, esses sujeitos também ao ambiente externo da organização. Através de mecanismos de geração de Indicadores - KPIs, conforme metas pré-definidas, são avaliados diversos fatores de desempenho em termos de eficácia e desempenho que possibilitam a orientação gerencial para um equilíbrio dinâmico e a tomada de decisão em níveis superiores, resultando, dessa forma, em uma ação de feedback, ou retroalimentação contínua orientada pelos objetivos da organização.

A missão da Controladoria, como asseguradora da eficácia empresarial, é apresentada na Figura 29.

**Figura 29 – Missão da Controladoria**



Fonte: PADOVEZE, C. L. **Sistemas de Informações Contábeis**. Fundamentos e Análise. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2015. p. 125.

A medição e avaliação do desempenho organizacional possui uma clara orientação, contudo, para a sua realização podem ser empregados diversos modelos e inúmeros indicadores, ou *key performance indicator - KPI*. Em trabalho de Miranda e Silva (2002) constam 21 modelos de medição de desempenho, sendo listados também 88 indicadores financeiros tradicionais; 78 indicadores não-financeiros tradicionais e 36 indicadores não-tradicionais o que denota a complexidade do trabalho do Controller.

Em Marr (2012) são analisados detalhadamente 75 KPIs que, na concepção do autor, todo administrador deve conhecer, compreendendo uma perspectiva em diversas áreas, como: financeira, clientes, marketing e vendas, processos operacionais, funcionários e responsabilidade social.

Parmenter (2010) utiliza uma abordagem de orientação para a seleção e construção de indicadores, apresentando 4 tipos:

1. Key Result Indicators (KRIs);
2. Result Indicators (RIs);
3. Performance Indicators (PIs);
4. KPIs.

Trabalhos publicados pela Harvard Business Review (2000); Francischini e Francischini (2017); Siqueira (2010) e Neto (2007) também fornecem inúmeros indicadores que podem ser empregados para a avaliação de diversas dimensões.

A partir do entendimento do campo de ação da Controladoria podemos compreender a complexidade e diversidade de suas atividades e relacionamentos com os diferentes níveis da organização, o que requer o domínio e o emprego de uma série de técnicas para a geração de valor informacional a partir de dados primários das operações do dia a dia.

De fato, nas diversas publicações sobre o tema Controladoria, os autores apresentam inúmeras técnicas, predominantemente quantitativas, para além da temática puramente contábil, que possibilitam à Controladoria a mensuração e a avaliação dos mais diversos aspectos da organização. Autores como Padoveze (2017); Ferreira e Portella (2015); Garrison, Noreen e Brewer (2013), Figueiredo e Caggiano (2017) e Farris et al. (2012), entre outros, apresentam uma vasta explanação de técnicas e métodos que podem ser empregados pelos Controllers.

Para além de uma dimensão quantitativa, autores como Sunder (2014); Nascimento e Reginato (2015); Peters (2004); Kanitz (1976) e Nakagawa (1993) oferecem uma dimensão teórica para sustentação dos trabalhos desenvolvidos pelo Controller.

Com relação aos trabalhos desenvolvidos pelo Controller, ou controlador, cabe uma ressalva relevante, conforme exposto por Kanitz (1976, p. 8, grifo nosso):

O conjunto desses sistemas (de informação) fornecem ao controlador os dados e elementos necessários para sugerir à presidência as medidas corretivas indicadas para melhorar o desempenho da empresa. A rigor, *o controlador não controla, mas presta assessoria na tarefa de controlar a empresa. Não cabe ao controlador, por exemplo, ditar as medidas de correção a um operário de linha. Isso é tarefa para seu superior imediato.* A controladoria presta um valioso serviço de informação e análise par todos os administradores de linha da empresa. O controlador, para poder desempenhar bem o seu papel, deve se manter neutro, evitando aplicar, ele mesmo, as medidas corretivas emanadas do seu departamento. Entretanto, não resta a menor dúvida de que o controlador exerce uma tremenda influência nos rumos seguidos pela empresa e a tentativa de impedir que essa influência se sobressaia nem sempre é bem-sucedida.

Nessa direção, também apontam Nascimento e Reginato (2015, p. 146, grifo nosso):

**A Controladoria não é uma área cujo gestor toma decisões.** Ele pode participar delas apoiando-as, mas não é o responsável pela escolha entre diferentes cursos de ação. O planejamento estratégico, por sua vez, não reflete uma decisão em si, mas toda a preparação para que ela seja tomada de forma coesa, isto é, que a escolha da estratégia se dê através de uma sequência de procedimentos sistêmicos que a revista de segurança. É por essa razão que a Controladoria tem um papel destacado no processo de elaboração do planejamento estratégico. Nessa fase, essa área abastece os gestores com informações que lhes permita, avaliar o estágio em que se encontra a organização para que eles possam inferir sobre aquele que acharem mais apropriado.

**Em conjunto com outras áreas, principalmente com a de Tecnologia da Informação, a Controladoria dispõe todo o conhecimento sobre as operações da empresa aos seus gestores, compartilhando com eles a sua visão sistêmica sobre ela,** permitindo-lhes avaliar a coesão interna segundo a qual as operações são realizadas e os resultados alcançados.

Corroboram do mesmo entendimento Almeida; Parisi e Pereira (2015, p. 346):  
 “A Controladoria é por excelência uma área coordenadora de informações sobre a gestão econômica; no entanto, ela não substitui a responsabilidade dos gestores por seus resultados obtidos, mas busca induzi-los à otimização do resultado econômico.”

Padoveze (2017, p. 36), ao descrever o papel do Controller, destaca que “[...] a sua função é de apoio, mas não de responsabilidade final pela obtenção dos resultados setoriais”.

Compreende-se assim, o papel da Controladoria/Controller no sentido de ser um aglutinador, processador e dispersor de dados e informações para subsidiar o corpo diretivo e gerencial da organização na condução dos diversos processos. Ao efetuar a avaliação do quanto gerado pela Controladoria é sempre necessário um olhar para além do que expresso em uma folha de um relatório, como bem alerta Marr (2012, p. 28):

Deixe-me pontuar que a gerência não é um jogo de números. Existe uma sensação real de que os gerentes irão atuar na empresa com base nos KPI que estão recebendo. O que eu quero que você lembre é que por trás de cada número estão pessoas reais, como clientes que compraram bens ou serviços ou funcionários que estão satisfeitos ou não. Sempre se certifique de olhar atrás do valor de face de seus KPIs para ter uma noção real de seu significado. (Tradução nossa).

Essa recomendação, senão um alerta, é importante para os tempos atuais, onde as palavras eficiência e eficácia tomam uma dimensão cada vez quantitativa em uma era em que o domínio de avaliações parece imperar.

Vivemos na era da mensuração do *accountability*, da recompensa pelo desempenho medido e acreditamos nas virtudes de divulgar essas métricas por meio da “transparência”. Mas a identificação do *accountability* com métricas e com transparência é enganosa. *Accountability* deve significar ser responsável por suas ações. Mas, por meio de uma espécie de truque linguístico, *accountability* passou a significar a demonstração de sucesso através de medições padronizadas, como se apenas o que pode ser contado realmente conta. Outra suposição que é geralmente tomada como certa é que o *accountability* exige que a mensuração do desempenho seja tornada pública, isto é, transparente.

A fixação de métricas é aparentemente a irresistível pressão para medir o desempenho, divulgá-lo e recompensá-lo, muitas vezes diante de evidências de que isso não é muito real.

Usada corretamente, a medição, como veremos, pode ser uma coisa boa. Pode ser transparência. Mas ela também pode distorcer, desviar, deslocar, distrair e desencorajar (MULLER, 2018, p. 3-4, tradução nossa).

Cumpra também destacar que a função de Controladoria não é necessária e obrigatoriamente realizada por um profissional especificamente designado com o cargo de Controller. Cada arranjo organizacional cria uma estrutura formalizada proposital de papéis ou cargos, sendo o controle uma função gerencial, como apontam Koontz; Weihrich e Cannice (2009, p. 528):

A função gerencial de controle consiste na medição e na correção do desempenho para garantir que os objetivos da empresa e os planos elaborados sejam atingidos. Planejamento e controle estão estreitamente relacionados. De fato, alguns autores de administração consideram que essas funções não podem ser separadas.

As funções do Controller são apresentadas por Horngren (1985, p. 9), destacando a multiplicidade de cargos que podem ser titulados como Controller: “o título de *controller* se aplica a diversos cargos na área de contabilidade, cujo nível e cujas responsabilidades variam de uma empresa para outra”

Podemos observar, portanto, que a função de Controladoria não é, necessariamente, uma atribuição para um cargo específico de Controller. A função e o cargo certamente estão correlacionados, contudo, o desempenho da função de Controladoria pode ser realizado por outros gestores que compõe o *staff* da organização, sendo designados no organograma da organização com outros cargos que não o de Controller, tais como Contador; Diretor Administrativo e Financeiro; Gerente de Contabilidade, Gerente Financeiro e outros, sendo que no escopo do cargo insere-se a função de Controladoria e suas atribuições correlatas.

O que de fato corrobora para a primazia da função de Controladoria é o “[...] conhecimento da empresa como um todo, o conjunto dos planos de ação, associados

ao conhecimento científico da administração econômica, permite ao profissional de controladoria exercer um papel influenciador” (PADOVEZE, BERTOLUCCI, 2013, p. 44).

As funções da controladoria são, de fato, dispersas na organização, conforme Peleias; Nanni e Moura (1991, p. 62, grifo do autor):

[...] poderemos destacar o controle das funções da **CONTROLADORIA**, mas não poderemos retirar da **CONTROLADORIA** a atribuição que, pelo contrário, é inerente a todos os demais órgãos dedicados a funções especiais.

Assim, se à **CONTROLADORIA** cabe, dentre outras atribuições, e exercício do controle, isso não significa que os demais órgãos de uma empresa não devam controlar, pelo contrário, incumbe-lhes contribuir com a sua parcela de esforço para a manutenção do equilíbrio econômico.

Cada órgão superior da empresa tem e contribuir com uma parcela bem definida de previsão, organização, comando, coordenação e controle. As funções de controle têm por fim demonstrar, estimular e refrear toda a vida econômica da empresa.

O controle é função que excede os limites da **CONTROLADORIA**, visto que todo organismo administrativo se dedica a controlar as operações empresariais, lançando mão também de outros recursos técnicos estranhos a **CONTROLADORIA**. Tudo depende da extensão que se queira atribuir ao termo controle.

Diante da relevância do controle organizacional, a função de Controladoria é realizada como escopo de diferentes titularidades do cargo, independentemente de sua denominação, seja como controller ou outra designada pela organização para tal função. Não podemos conceber que uma organização que não possua um controller formalmente designado em sua estrutura deixe de realizar suas ações de gestão e controle. Face a relevância do controle ela sempre estará presente, em maior ou menor intensidade, independentemente do cargo designado para tal função.

O aumento do conhecimento científico aliado ao desenvolvimento de diversas teorias sobre a organização e sua gestão possibilitaram que fossem desenvolvidos processos cada vez mais especializados que, aliados a um alto grau de desenvolvimento tecnológico, demandaram a criação de estruturas para a gestão e controle dessas novas e complexas organizações industriais.

Essas estruturas apresentam diferentes níveis de maturidade, em função do desenvolvimento econômico observado em cada país. Para as indústrias brasileiras a situação atual enseja preocupações, além de apresentar oportunidades.

### 2.7.1 O quadro atual da indústria brasileira

A economia nacional apresenta um quadro significativamente desalentador em anos recentes, conforme Schymura (2020, p. 8):

O PIB brasileiro cresceu 1,32% tanto em 2017 como em 2018, e, segundo o último relatório Focus, deve ter alta de 1,17% em 2019. Trata-se, portanto, de três anos de crescimento medíocre, porém relativamente estável, com ritmo anual de pouco mais de 1%.

Porém, quando se analisa o desempenho da economia pelo lado da produtividade do trabalho, no mesmo período, o resultado é bastante diferente, e ainda mais desanimador. Em 2017, ela avançou 1,2%, em linha com o PIB. Em 2018, ficou quase estagnada, em 0,1%. Em 2019, segundo projeção do FGV IBRE, deve recuar 0,7%.

Mesmo em períodos anteriores, a situação não se apresenta de maneira melhor:

A indústria brasileira apresentou, ao longo dos anos 2000, uma queda na produção industrial.

[...] A produção industrial apresentou um acentuado declínio no período de 2000 a 2012. Observa-se, então, ao longo do período analisado, apenas três momentos de crescimento da produção industrial e relação ao ano anterior: em 2004, em 2007 e em 2010. Em todos os outros anos a produção realizada em um ano foi inferior à do ano anterior (AVELLAR; DAMASCENO; CARVALHO, 2014, p. 14).

Em dado mais recente relativo a produção industrial brasileira, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020), divulgou que em 2019 a produção encerrou com uma queda de 1,1%.

Tendo como foco a inovação na indústria brasileira, estudos e análises de Avellar; Damasceno e Carvalho (2014, p. 21) sugerem:

[...] que os esforços inovativos no Brasil ainda são modestos. Assim, como foi registrado nas pesquisas anteriores, a PINTEC 2011 mostra que o padrão do esforço inovativo das empresas brasileiras baseia-se, principalmente, no acesso ao conhecimento tecnológico por meio da compra de máquinas e equipamentos.

Com o objetivo de promover uma mudança nesse quadro, a Confederação Nacional da Indústria – CNI, em conjunto com o Instituto Euvaldo Lodi – IEL, que integra a estrutura da CNI, desenvolveu o Projeto Indústria 2027: Riscos e

Oportunidades para o Brasil Diante de Inovações Disruptivas<sup>15</sup>, que avaliou, em campo, dez setores industriais diante de oito tecnologias avançadas e apresenta um panorama das características de cada setor (IEL, 2018).

As oito tecnologias analisadas, relacionadas com os pilares da Indústria 4.0, são apresentadas na Figura 30.

**Figura 30 – Tecnologias analisadas nos estudos do projeto Indústria 2027**



Fonte: INSTITUTO EUVALDO LODI. **Síntese dos resultados. Tecnologias disruptivas e indústria: Situação atual e avaliação prospectiva.** Brasília: IEL/NC, 2018. v. 1. p. 26.

Os dez setores industriais analisados e focos setoriais estudados, todos eles com intensa demanda tecnológica, são apresentados na Figura 31.

<sup>15</sup> Os estudos realizados e todos os relatórios produzidos estão disponíveis em <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/>>. Acesso em: 31 out. 2019.

**Figura 31 – Sistemas produtivos e focos setoriais projeto Indústria 2027**

SISTEMAS PRODUTIVOS	FOCOS SETORIAIS
Agroindústrias	Alimentos Processados
Insumos Básicos	Siderurgia
Química	Bioeconomia
Petróleo e Gás	E&P em Águas Profundas
Bens de Capital	Máquinas e Implementos Agrícolas, Máquinas Ferramenta, Motores Elétricos, Equipamentos de GTD
Complexo Automotivo	Veículos Leves
Aeroespacial, Defesa	Aeronáutica
Tecnologias de informação e Comunicação	Sistemas e equipamentos de Telecom, Microeletrônica, Software
Farmacêutica	Biofármacos
Bens de Consumo	Têxtil e Vestuário

Fonte: INSTITUTO EUVALDO LODI. **Síntese dos resultados. Tecnologias disruptivas e indústria: Situação atual e avaliação prospectiva.** Brasília: IEL/NC, 2018. v. 1. p. 26.

Para a realização dos estudos, conforme a CNI:

[...] foram definidas quatro gerações digitais com as seguintes especificações gerais: **geração 1 – produção rígida:** uso de tecnologias digitais em função específica, de forma pontual (CAD); **geração 2 – produção enxuta:** automação flexível ou semiflexível, com uso de tecnologias digitais sem integração ou integração parcial entre áreas (CAD-CAM); **geração 3 – produção integrada:** uso de tecnologias digitais com integração e conexão em todas as funções empresariais (sistema de apoio e suporte a vendas baseado em internet); e **geração 4 – produção integrada, conectada e inteligente:** uso de tecnologias digitais com retroalimentação de informações na operação e para apoiar processos de decisão (gestão de negócios com apoio de *big data* e inteligência artificial) (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2018, p. 53-54).

O detalhamento da caracterização de cada uma das quatro gerações é apresentado na Figura 32, com o nível tecnológico mais elevado localizado na Geração 4.

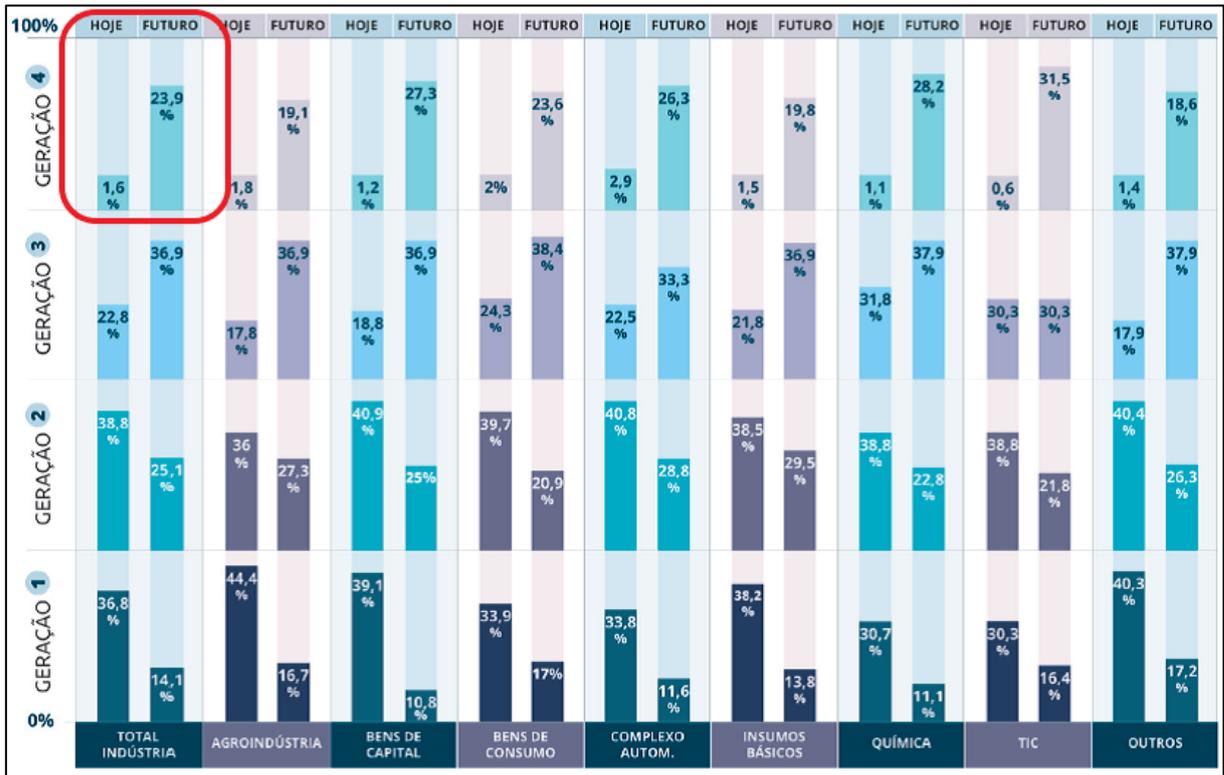
Figura 32 – Caracterização das 4 gerações digitais

	RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	GESTÃO DA PRODUÇÃO	RELACIONAMENTO COM CLIENTES	GESTÃO DOS NEGÓCIOS
GERAÇÃO 1	Transmissão de pedidos manualmente	Sistema de projeto auxiliado por computador	Automação simples com máquinas não conectadas	Execução de contratos e registros manualmente	Sistemas de informação independentes específicos por departamento/ área, sem integração
GERAÇÃO 2	Transmissão de pedidos por meio eletrônico	Sistema integrado de projeto, fabricação e cálculo de engenharia	Processo parcial ou totalmente automatizado	Automação das atividades de vendas	Sistemas compostos por módulos e base de dados integrados
GERAÇÃO 3	Suporte informatizado de processos de compras, estoques e pagamentos	Sistemas integrados de gestão de dados de produto e processo	Sistema integrado de execução de processos	Sistema de apoio e suporte a vendas baseado em internet	Plataforma web com bases de dados para apoiar análises de negócio
GERAÇÃO 4	Relacionamento com fornecedores em tempo real	Desenvolvimento de produtos por meio de sistemas de modelagem virtual do produto e do processo	Gestão da produção automatizada por meio de soluções de Comunicação M2M (Máquina- Máquina)	Relacionamento com clientes através de monitoramento online de produtos em uso. Monitoramento e gestão do ciclo de vida de clientes	Gestão do negócio com apoio de <i>Big Data</i> e Inteligência Artificial

Fonte: INSTITUTO EUVALDO LODI. **Síntese dos resultados. Tecnologias disruptivas e indústria: Situação atual e avaliação prospectiva.** Brasília: IEL/NC, 2018. v. 1. p. 54.

Os estudos sobre o uso das gerações de tecnologias digitais em 2017 e esperado para 2027 apontaram que apenas 1,6% da indústria brasileira possui alinhamento com a Geração 4. Embora o quadro atual apresente uma baixa intensidade de empresas na Geração 4, as perspectivas para o horizonte de 10 anos revelam uma disposição para avançar no uso dessas tecnologias, uma vez que 23,9% das empresas tenciona estar nessa posição, conforme Figura 33.

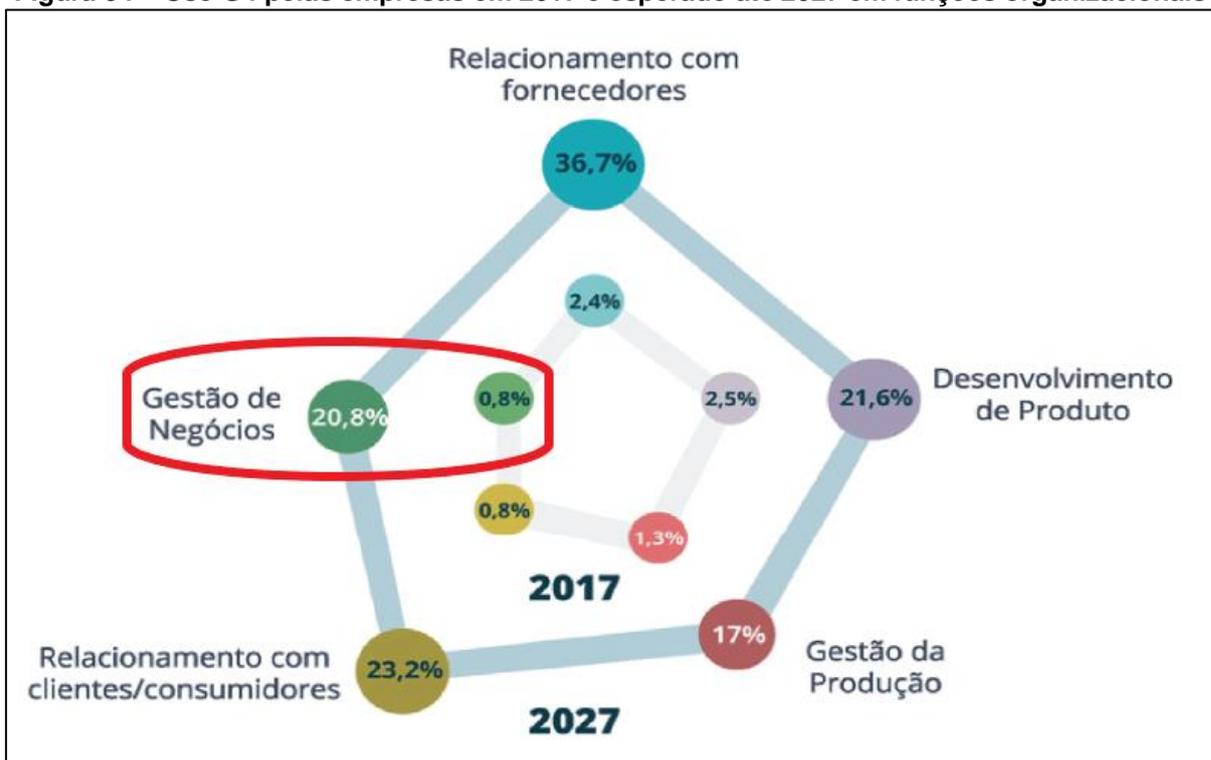
Figura 33 – Uso de gerações de tecnologias digitais em 2017 e esperado para 2027



Fonte: INSTITUTO EUVALDO LODI. **Síntese dos resultados. Tecnologias disruptivas e indústria: Situação atual e avaliação prospectiva.** Brasília: IEL/NC, 2018. v. 1. p. 58. Destaque nosso.

Outra informação relevante apresentada nesse estudo do IEL é o emprego das tecnologias da Geração nível 4, de acordo com cinco funções organizacionais, conforme Figura 34.

**Figura 34 – Uso G4 pelas empresas em 2017 e esperado até 2027 em funções organizacionais**



Fonte: INSTITUTO EUVALDO LODI. **Síntese dos resultados. Tecnologias disruptivas e indústria: Situação atual e avaliação prospectiva.** Brasília: IEL/NC, 2018. v. 1. p. 61. Destaque nosso.

Observa-se no destaque que a pretensão do uso das tecnologias da Geração 4 na Gestão de Negócios ao longo de 10 anos apresenta uma taxa de 20,8%, representando inúmeras oportunidades de melhorias nos processos de Controladoria, entre outros.

Embora o quadro atual da economia brasileira não registre indicadores os mais promissores, a expectativa futura da CNI, conforme IEL (2018, p. 23) é de oportunidades para um amplo desenvolvimento, com o emprego de tecnologias que compõe a Indústria 4.0:

O Brasil pode e deve construir o futuro de sua indústria

Os países que pretendem ter posição de relevo em um cenário internacional multipolar e competitivo constroem proativamente seu futuro por meio de estratégias nacionais de inovação de longo prazo, estáveis, legitimadas por suas respectivas sociedades e comandadas pelo mais alto nível governamental.

O Brasil não tem mais tempo a perder: a poderosa onda de inovações tecnológicas em curso descortina riscos de retrocessos e abre oportunidades. Se ficar paralisada, a indústria brasileira corre sério risco de perder substância, levando a sociedade a abrir mão de conquistar mais valor agregado (salários, lucros, impostos) e de gerar novos serviços e empregos. Por outro lado, as inovações combinadas e sinérgicas oferecem várias janelas de oportunidade para a indústria brasileira desenvolver novas especializações e fortalecer suas capacitações competitivas de modo

sustentável. Há peculiaridades setoriais e, ao examiná-las, foi possível ao projeto I2027 apontar como fortalecer as capacidades de resposta do setor privado. A partir de um amplo mapeamento da experiência internacional, contemplando programas e iniciativas bem-sucedidas, foram especificados os alicerces para a construção de políticas públicas e devidamente explicitados seus requisitos políticos.

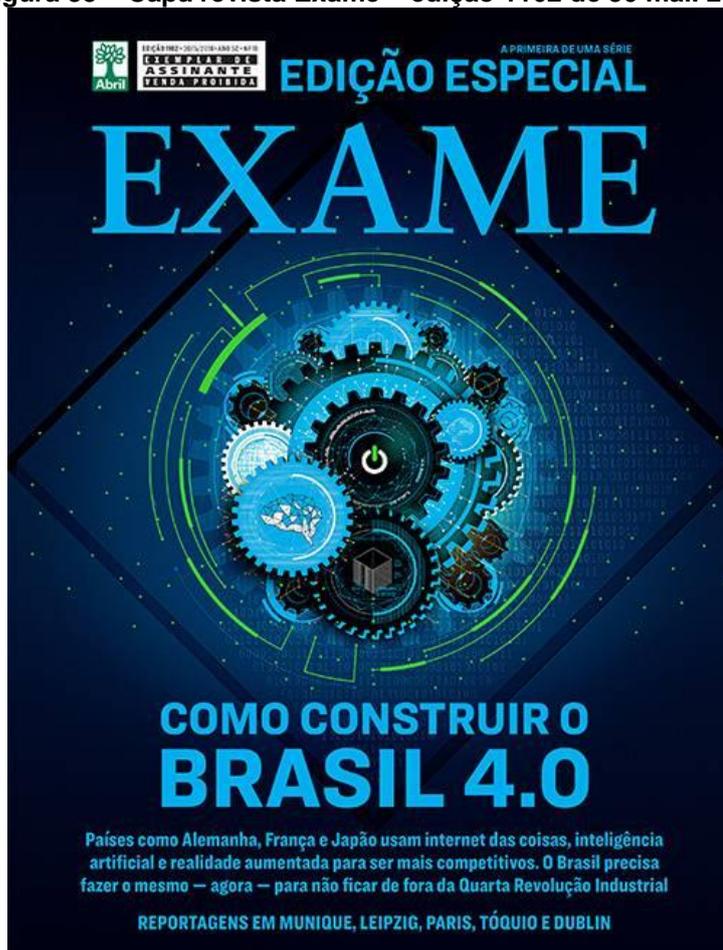
Não há nada que impeça a captura dessas oportunidades, salvo a nossa própria capacidade de estabelecer uma estratégia nacional firme e persistente. O Brasil pode e deve avançar, com ambição, realismo, pragmatismo, resiliência, foco e visão de longo prazo. Para isso, é imprescindível formar-se uma sólida parceria entre Estado e setor privado e a legitimação pela sociedade dos caminhos de futuro.

A direção da competitividade está estabelecida. Sempre respeitando as especificidades da concorrência, em cada mercado, a empresa competitiva é e será a empresa integrada, conectada e inteligente. O futuro constrói-se por meio de investimentos em capacitação e P&D, guiados por planos de longo prazo e implementados, dia após dia, com tenacidade.

As novas tecnologias abrem janelas para a indústria brasileira desenvolver competências e capturar oportunidades de competir, criar novos serviços, gerar empregos e contribuir para o aumento da qualidade de vida de nosso povo.

Além desses estudos, diversas publicações estão tratando do tema, como a Revista Exame, em sua edição nr. 1162, cuja capa é reproduzida na Figura 35.

Figura 35 – Capa revista Exame – edição 1162 de 30 mai. 2018



Fonte: EXAME. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/edicoes/1162/>>. Acesso em: 31 out. 2019.

Pode-se, portanto, constatar que o estudo conduzido está alinhado também com a realidade das indústrias brasileiras, sendo que as perspectivas futuras corroboram nossa adução sobre a necessidade de profissionais de Controladoria possuírem uma maior assimilação do tema Indústria 4.0 para a proposição e condução de projetos de profundas mudanças nos sistemas de controle organizacionais. A implementação de projetos tecnológicos é de fundamental importância para a superação de nossa competitividade, conforme matéria de capa da revista Conjuntura Econômica:

Para Rafael Cagnin, do IEDI, (...) de importância fundamental voltar as atenções para as “profundas transformações tecnológicas” que a indústria está passando e continuará a passar nos próximos anos.

Essas mudanças têm como foco a economia digital e suas ramificações indústria, como a indústria 4.0, *big data*, inteligência artificial e outros processos inovadores em curso. Cagnin avalia que, caso os países emergentes não consigam acompanhar esse processo, como a China vem procurado fazer, é possível que se esteja começando a assistir a um retorno da concentração industrial nos chamados países centrais.

(...)

O economista Fernando Sarti, professor da UNICAMP e pesquisador do Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia (NEIT) da universidade tem uma avaliação parecida com a de Cagnin no que diz respeito ao cenário internacional. “Há uma revolução tecnológica em pleno processo, a quarta revolução industrial e nós ainda não internalizamos nem a terceira. Isso preocupa muito”, avalia, acrescentando que não se trata de alguma perspectiva distante: Isso vai acontecer nos próximos dois a três anos” (SANTOS, 2018, p. 38-49).

As inovações pretendidas devem integrar a organização em todos os seus sistemas, como os de controle e de gestão, como aponta Rosenberg (2006, p. 103):

Constitui uma característica dos sistemas que os melhoramentos no desempenho de uma parte do sistema têm uma significação limitada sem melhoramentos simultâneos em outras partes, exatamente como os benefícios para a audição de um amplificador de alta qualidade são perdidos quando este é conectado a um aparelho de som com alto-falantes de baixa qualidade [...]. Essa necessidade de mais inovação em atividades complementares é uma razão importante pela qual até avanços à primeira vista espetaculares normalmente dão origem a curvas de aumento de produtividade que se elevam apenas de forma gradual. Portanto, é muito raro que melhoramentos de produtividade realmente grandes sejam o resultado de inovações tecnológicas isoladas, não importando quão significativas possam parecer. Mas os efeitos combinados de um grande número de melhoramentos no interior de um sistema tecnológico podem ser imensos. Além do mais, há em tais sistemas mecanismos internos de pressão que contribuem para gerar mecanismos indutivos de caráter dinâmico.

As oportunidades de melhoria, com o uso mais intensivo de tecnologia nos mais diversos setores da organização, já eram apontados por Martin (1996, p. 35):

A medida que as ferramentas computadorizadas, equipamentos de robótica e controle automatizado de processos se tornam mais poderosos, as pessoas tendem a exercer funções que exigem habilidades mais avançadas. Os operários não precisam mais agir como robôs em uma linha de produção incansável; os contadores não precisam mais somar colunas de números. Espera-se que vários membros do staff, com o uso de computadores, planilhas e ferramentas de suporte a decisões, tomem decisões melhores e em larga escala.

As oportunidades estão colocadas, sendo necessário o empenho de todos os setores e pessoas, nos mais diferentes níveis, para a conquista da melhoria nos níveis de produtividade da economia brasileira.

### **2.7.2 Contextualização da cidade de Sorocaba**

A cidade de Sorocaba, local de desenvolvimento da pesquisa, foi fundada em 1654, possuindo atualmente 365 anos de história. Está localizada no estado de São Paulo, Brasil, à menos de 100 km. da cidade de São Paulo, capital do estado, que possui o maior Produto Interno Bruto – PIB, do Brasil. No ranking estadual, o PIB de Sorocaba, no valor de R\$ 31,852 bilhões<sup>16</sup>, ocupa a 11ª posição e no ranking nacional aparece na 23ª posição, conforme dados do ano de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE<sup>17</sup>, e com uma população estimada, para o ano de 2019, de 679.378 pessoas<sup>18</sup>.

A localização de Sorocaba aparece assinalada no mapa do estado de São Paulo, na Figura 36.

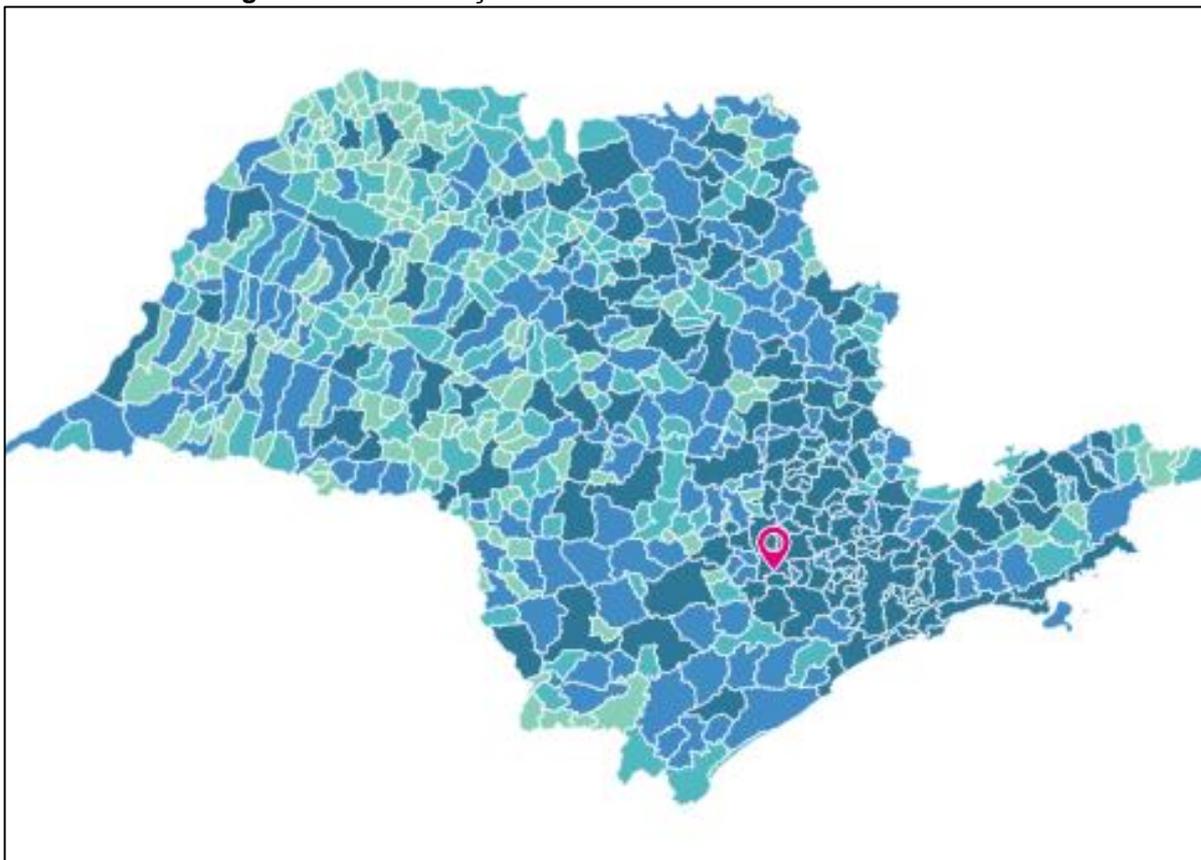
---

<sup>16</sup> PIB a preços correntes, série revisada.

<sup>17</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produto interno bruto dos municípios. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/pesquisa/38/46996?tipo=ranking>>. Acesso em: 06 fev. 2020.

<sup>18</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cidades e estados. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sorocaba.html>>. Acesso em: 06 fev. 2020.

**Figura 36 – Localização de Sorocaba no estado de São Paulo**



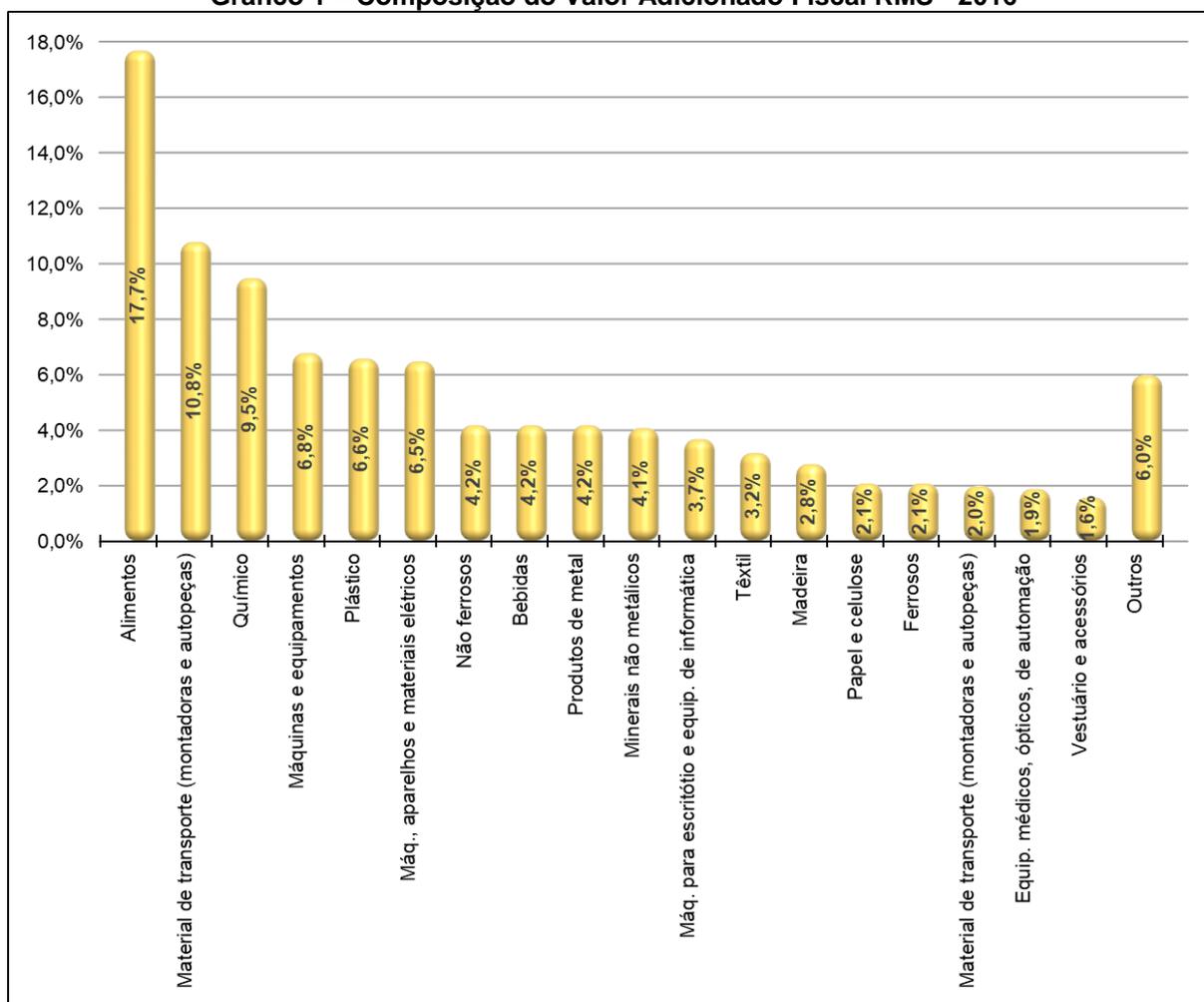
Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

Sorocaba integra a Região Metropolitana de Sorocaba – RMS, criada em 8 de maio de 2014 pela Lei Complementar Estadual nº 1.241, sendo sua sede. A RMS é composta por 27 municípios, agrupados segundo três sub-regiões, conforme Figura 37:



A composição do Valor Adicionado Fiscal - VAF<sup>20</sup>, por ramo de atividade, para a RMS, no total de R\$ 26,1 bilhões para o ano de 2016, é apresentado no Gráfico 1, onde pode ser observada a diversidade produtiva da RMS, com fábricas nos mais diversos segmentos da atividade econômica.

**Gráfico 1 – Composição do Valor Adicionado Fiscal RMS - 2016**



Fonte: Adaptado de DESENVOLVE SP. **Região administrativa Sorocaba**. Disponível em: <<https://www.desenvolvesp.com.br/mapadaeconomia paulista/ra/sorocaba/>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

Conforme a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE (2019, p.12), a participação das regiões administrativas do estado de São Paulo, em função do Valor da Transformação Industrial – VTI<sup>21</sup>, mostra o avanço de Sorocaba na participação no VTI, no período de 2003 para 2016:

<sup>20</sup> O Valor Adicionado Fiscal – VAF corresponde a soma dos valores das mercadorias saídas, menos a soma dos valores das mercadorias entradas no município. Nesse resultado, quando nulo ou positivo, é acrescido o valor das prestações de serviços havidas no município.

<sup>21</sup> Valor da Transformação Industrial (VTI): é obtida pela diferença entre o valor bruto da produção industrial e o custo das operações industriais

[...] a forte diminuição da participação da indústria da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, cuja contribuição para o VTI paulista caiu de 40,6% para 30,9%, beneficiou as regiões próximas de Campinas e Sorocaba. A RA de Campinas, com o maior crescimento entre as regiões, passou a ser responsável por 30,2% do VTI paulista em 2016 e a de Sorocaba alcançou participação de 6,8%, com o segundo maior avanço. Essa movimentação condiz com o fortalecimento da indústria nas regiões [...].

A participação das regiões administrativas no VTI do estado de São Paulo para os anos de 2003 e 2016 é apresentada na Figura 38, com destaque para a mudança da participação no VTI da Região Administrativa de Sorocaba.

**Figura 38 – Participação das regiões administrativas no VTI no estado de São Paulo**

Regiões administrativas	Em %	
	2003	2016
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
RM de São Paulo	40,6	30,9
RA de Campinas	25,5	30,2
RA de São José dos Campos	11,7	9,9
<b>RA de Sorocaba</b>	<b>4,7</b>	<b>6,8</b>
RA de Santos	4,6	4,0
RA Central	2,3	3,0
RA de Bauru	1,7	2,7
RA de São José do Rio Preto	1,9	2,5
RA de Ribeirão Preto	1,8	2,4
RA de Marília	1,3	1,9
RA de Barretos	0,7	1,4
RA de Araçatuba	0,9	1,4
RA de Franca	1,1	1,3
RA de Presidente Prudente	0,7	1,1
RA de Itapeva	0,3	0,3
RA de Registro	0,1	0,1

Fonte: SEADE, **Mapa da Indústria Paulista 2003-2016**. Disponível em: <[https://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria\\_0404\\_docfinal.pdf](https://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria_0404_docfinal.pdf)>. Acesso em: 6 fev. 2020.

Tendo como foco a participação dos municípios no VTI estadual, a SEADE (2019, p.10), registra:

Entre 2003 e 2016, houve desconcentração da atividade industrial no Estado de São Paulo, com a participação dos 20 principais municípios no valor da transformação industrial paulista diminuindo de 63,3% para 50,9%. Esse movimento deveu-se, especialmente, à redução da contribuição do município de São Paulo que, embora tenha permanecido no topo da lista, teve queda de 14,8% para 9,0%, e dos municípios da região do Grande ABC, cuja participação regrediu de 11,4% para 7,2%. Essas perdas são consequência da reestruturação do setor metal-mecânico e da cadeia produtiva automobilística da área metropolitana, assim como da instalação de novas unidades no interior do Estado. Outro município com recuo importante foi São José dos Campos (de 7,1% para 4,5%).

Os municípios que mais se beneficiaram da desconcentração industrial no Estado foram Sorocaba, que passou da 13ª para a 9ª posição, e os pertencentes à Região Administrativa de Campinas: em 2003, cinco municípios da RA (Paulínia, Campinas, Jundiaí, Piracicaba e Americana) estavam entre os 20 principais municípios; em 2016, eram sete (Paulínia, Campinas, Jundiaí, Piracicaba, Sumaré, Indaiatuba e Hortolândia).

O ranking dos 20 municípios com maior participação no VTI do estado de São Paulo para os anos de 2003 e 2016 é apresentada na Figura 39, com destaque para a mudança da posição de Sorocaba no ranking de participação, de 13º em 2003 para 9º em 2016.

Figura 39 - Participação das regiões administrativas no VTI no estado de São Paulo

2003			2016		
Participação	Municípios	Ranking	Ranking	Municípios	Participação
14,8	São Paulo	1	1	São Paulo	9,0
7,1	São José dos Campos	2	2	Paulínia	5,4
6,9	Paulínia	3	3	São José dos Campos	4,5
5,0	São Bernardo do Campo	4	4	Cubatão	3,4
4,1	Cubatão	5	5	Guarulhos	3,3
4,0	Guarulhos	6	6	São Bernardo do Campo	3,0
2,5	Campinas	7	7	Campinas	2,4
2,2	Santo André	8	8	Jundiaí	2,4
2,0	Barueri	9	9	Sorocaba	2,4
1,7	Jundiaí	10	10	Piracicaba	2,0
1,6	Mauá	11	11	Taubaté	1,7
1,6	Diadema	12	12	Mauá	1,6
1,5	Sorocaba	13	13	Santo André	1,4
1,4	Suzano	14	14	Jacareí	1,3
1,4	Piracicaba	15	15	Sumaré	1,3
1,3	Taubaté	16	16	Indaiatuba	1,2
1,2	Jacareí	17	17	Hortolândia	1,2
1,1	Americana	18	18	Diadema	1,2
1,0	São Caetano do Sul	19	19	Suzano	1,1
0,9	Mogi das Cruzes	20	20	Barueri	1,1
<b>63,3</b>	<b>Total</b>			<b>Total</b>	<b>50,9</b>

Fonte: SEADE, **Mapa da Indústria Paulista 2003-2016**. Disponível em: <[https://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria\\_0404\\_docfinal.pdf](https://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria_0404_docfinal.pdf)>. Acesso em: 6 fev. 2020.

Pode-se observar que a cidade de Sorocaba possui uma posição de destaque tanto nacional quanto estadual, com significativa participação na produção industrial, decorrente de um diversificado parque manufatureiro. Mesmo destaque é apresentado pela Região Metropolitana de Sorocaba.

Em relação ao emprego das tecnologias da Indústria 4.0, não foram localizadas pesquisas ou informações para a cidade de Sorocaba ou mesmo de sua Região Administrativa.

Face a esse quadro, objetiva-se com o presente estudo contribuir para o fortalecimento e crescimento da indústria local e nacional, motivando uma maior busca por conhecimento e especialização por parte de profissionais que atuam em funções de controladoria e que possuem uma elevada representatividade nos processos decisórios da organização.

### **3 OBJETIVO E METODOLOGIA**

O objetivo da pesquisa e sua motivação, assim como a metodologia empregada para a sua realização são apresentados a seguir.

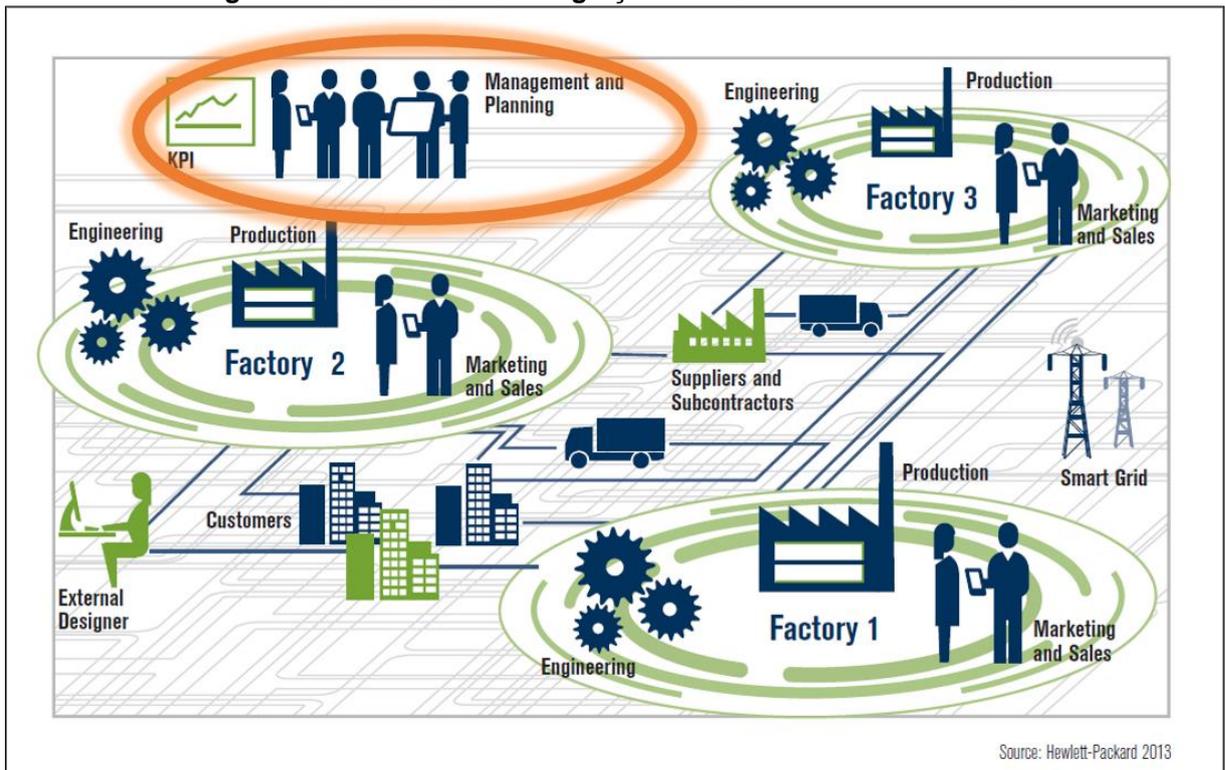
#### **3.1 Objetivo da Pesquisa e Motivação**

A pesquisa bibliográfica diversificada alicerçou preliminarmente a constante presença da tecnologia no processo evolutivo do ser humano para a superação de seus limites físicos naturais, possibilitando o surgimento de instrumentos e estruturas que viabilizam a utilização dos limitados recursos disponíveis com níveis crescentes de eficiência e eficácia. O desenvolvimento de sociedades cada vez mais complexas desencadeou o surgimento de uma infraestrutura que suportasse a manutenção e desenvolvimento das cidades, tornando necessária a produção de bens e serviços para além de uma escala artesanal em ambientes organizacionais mais complexos, as chamadas indústrias ou fábricas. Superam-se os limites contínua e progressivamente, com rupturas por vezes significativas, chamadas de Revoluções Industriais, sendo três já reportadas e uma quarta em andamento.

A partir da realização de uma revisão da literatura sobre a Indústria 4.0 e das tecnologias envolvidas em seu ecossistema, assim como dos processos e sistemas disponíveis para os profissionais que exercem funções relacionadas a Controladoria, é possível arrazoar que o ecossistema da Indústria 4.0 possibilita uma grande transformação nas estruturas dos sistemas de informações gerenciais, requerendo desses profissionais, para tanto, a capacitação para a realização de mudanças nos processos desses sistemas, objetivando uma ampla evolução tecnológica para a coleta e processamento de dados e a posterior geração e divulgação dos indicadores de performance, KPIs, da organização para os mais diversos níveis administrativos.

Em relatório para a implementação da Indústria 4.0 na Alemanha, objetivando assegurar o futuro do seu parque manufatureiro, Kagermann; Wahlster e Helbig (2014, tradução nossa) apontam que na “Indústria 4.0, processos dinâmicos de negócios e engenharia permitem alterações de última hora na produção e oferecem a capacidade de responder com flexibilidade a interrupções e falhas de fornecedores, por exemplo.” A integração horizontal de processos contempla, também, a área de administração e planejamento, conforme destaque na Figura 40.

Figura 40 – Indústria 4.0: Integração horizontal e rede de valores



Fonte: Adaptado de KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0.** Frankfurt: Acatech – National Academy of Science and Engineering, 2013. Destaque nosso.

Também o World Economic Forum (2017, p. 12, tradução nossa) aponta as potencialidades da *Internet of Things* – IoT, um dos pilares da Indústria 4.0, que abrem diversas possibilidades para o gerenciamento da organização:

Gerenciamento de desempenho de ativos: a implantação de sensores wireless econômicos, fácil conectividade na nuvem (incluindo rede de longa distância ou WAN) e análise de dados aprimoram o desempenho dos ativos. Essas ferramentas permitem que os dados sejam coletados facilmente do campo e convertidos em informações acessíveis em tempo real. Espera-se, assim, tornar as decisões de negócios melhores e processos de tomada de decisões mais orientados para o futuro.

Diante dessas perspectivas altamente significativas de sinergias das tecnologias da Indústria 4.0 com os processos de controle e gestão organizacional, potencializando tais processos, espera-se que os profissionais que exercem funções de controladoria estejam atuando para a assimilação dessas tecnologias, assim como avaliando as suas possíveis aplicações e impactos na gestão e avaliação de resultados da organização. Espera-se, também, que as próprias organizações estejam desenvolvendo ações institucionais para disseminar o conhecimento

relacionado à Indústria 4.0 entre todos os seus colaboradores, possibilitando uma maior aplicabilidade das tecnologias basilares em toda a organização, potencializando as melhorias tanto nos processos produtivos diretos, chão de fábrica, quanto nos processos de gestão e avaliação de resultados organizacionais.

Também merece destaque a demanda por profissionais decorrente das inovações advindas das tecnologias da Indústria 4.0. Reportagens do jornal Valor Econômico<sup>22</sup> e revistas especiais encartadas no jornal, assim como publicações especializadas da área de economia e negócios, tem abordado o tema da Indústria 4.0 e seus impactos na gestão das organizações, como nas manchetes a seguir, por exemplo:

- a) É hora de repensar a força de trabalho<sup>23</sup>;
- b) A quarta revolução industrial já começou?<sup>24</sup>;
- c) Parcerias com startups ajudam a melhorar a eficiência<sup>25</sup>;
- d) Demandas tecnológicas mudam os processos de recrutamento<sup>26</sup>

Corroborando com essas demandas e tendências, a consultoria internacional Ernst & Young Brasil – EY Brasil – realizou um estudo intitulado *Maturidade das Empresas na Era da Transformação – 2018* que “não investiga o grau de adoção de novas tecnologias ou suas funcionalidades, e sim o quanto as organizações estão mobilizadas para essa jornada.” (ERNST & YOUNG TREINAMENTO CORPORATIVO LTDA., 2018, p. 5).

Nesse estudo a EY Brasil (2018) expõe a importância da transformação nas organizações:

A transformação das empresas não é mero resultado da tecnologia, e sim do modo como esta é aplicada aos desafios de negócio e do nível de ambição estratégica. Para responder às forças disruptivas do mercado a organização deve desenvolver mecanismos que desafiem continuamente seu modelo de negócio atual. Em outras palavras, deve criar sua própria disrupção antes que outros o façam. E isto só será possível com a introdução de uma competência de inovação que se enraíze na organização.

As empresas não estão paradas, esperando ser engolidas pela Era da Transformação, como se verá a seguir. Mas não será possível quebrar o

<sup>22</sup> O jornal, publicado desde maio 2000, pode ser acessado em <valor.globo.com>.

<sup>23</sup> HAGEMANN, BJÖRN; MAYOL, FERNANDA. É hora de repensar a força de trabalho. **Valor Econômico**, São Paulo, 08 ago. 2019. Caderno A, p. A18.

<sup>24</sup> GOSULA, VIJAY; OLIVEIRA, RAFAEL. A quarta revolução industrial já começou? **Valor Econômico**, São Paulo, 25 jun. 2019. Caderno A, p. A14.

<sup>25</sup> MAHLMEISTER, ANA LUIZA. Parcerias com startups ajudam a melhorar a eficiência. **Revista Valor Especial Inovação**, São Paulo, 31 out. 2018. p. 24-28.

<sup>26</sup> FERREIRA, WANISE. Demandas tecnológicas mudam os processos de recrutamento. **Valor Econômico**, São Paulo, 27 jun. 2018. Caderno Especial Educação Executiva. p. F2.

paradigma se os esforços se concentrarem apenas nas necessidades mais imediatas. A reinvenção do negócio deve estar no centro da estratégia, sob o risco de as empresas se tornarem irrelevantes em um futuro não tão distante. O homem, afinal, não chegou à Lua apenas porque queria cortar custos (ERNST & YOUNG TREINAMENTO CORPORATIVO LTDA., 2018, p. 5).

Assim, o objetivo da pesquisa é o estudo de como está ocorrendo a assimilação das tecnologias da Indústria 4.0 por um grupo de profissionais que exercem funções de controladoria em indústrias de Sorocaba.

Dado que o tema abrange a utilização de recursos tecnológicos para a gestão e controle da organização e que tais recursos possuem como características rápidas e contínuas evoluções e atualizações, torna-se relevante estabelecer uma fronteira temporal. Como referencial temporal, este estudo percorreu várias fontes para estudos e pesquisas até o mês de outubro de 2019, procurando, sempre, a melhor atualização com o quanto divulgado sobre o emprego das tecnologias da Indústria 4.0 para o controle e avaliação da organização.

O tema Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, é relativamente recente no mercado global em geral e representa profundas implicações e impactos em vários aspectos da atividade humana. Assim esta pesquisa procura contribuir para a ampliação dos estudos na área de controladoria e para orientação aos profissionais que exercem funções de controladoria para o entendimento, domínio e aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 nos sistemas de informação utilizados para a execução das rotinas da área, possibilitando uma maior eficácia e eficiência nos processos de coleta e processamento de dados e a posterior divulgação das informações obtidas, possibilitando, por fim, a melhoria das decisões e controle das organizações.

A relevância da pesquisa, contribuindo para uma divulgação do tema, pode ser constatada pelo nível de importância que as organizações devem possuir para tratar do tema. Conforme a Ernst & Young Treinamento Corporativo Ltda. (2018, p. 18, grifo nosso), os profissionais das organizações ainda possuem baixo nível de conhecimento do tema Indústria 4.0

Os agentes mais visíveis [da Era da Transformação] são novas tecnologias, já existentes e próximas do uso intensificado no mercado: Robótica, Inteligência Artificial, Analytics, Big Data, Blockchain, Internet das Coisas e Realidade Aumentada.

**A pesquisa mostrou que o grau de conhecimento dos executivos sobre estas tecnologias disruptivas é, em geral, baixo.** O Blockchain pode ser tomado como exemplo emblemático. Trata-se de uma tecnologia que registra e protege a trajetória de uma informação transacionada digitalmente – dados que, por exemplo, podem ser um ativo financeiro. Justamente por isso, as

primeiras empresas impactadas pelo Blockchain têm sido, em maior escala, bancos e instituições do mercado capitais. A capacidade do Blockchain de revolucionar qualquer transação ou troca de dados confidenciais, com transparência e confiança, já é um motor imenso de mudanças em diversas indústrias e áreas de negócios. Apesar de todo esse potencial disruptivo, 70% dos entrevistados afirmam ter conhecimento baixo ou muito baixo sobre o Blockchain. O mesmo ocorre com a maioria das demais tecnologias citadas.

## 3.2 Metodologia

A temática Indústria 4.0 apresenta recente disseminação global. Assim a pesquisa objetiva compreender como os profissionais de controladoria estão atuando no trato do tema Indústria 4.0, não tomando nenhuma hipótese quanto as diversas formas de relação com o tema.

O presente trabalho de pesquisa possui objetivo exploratório, com natureza qualitativa e quantitativa. O Estudo de Caso é o objeto de estudo, sendo os dados coletados por meio de entrevistas semiestruturadas com profissionais que exercem funções de controladoria em indústrias de Sorocaba para a verificação da assimilação das tecnologias da Indústria 4.0 e suas possibilidades de aplicação na gestão e controle organizacional. Por fim os dados serão analisados com o emprego da análise de conteúdo.

Os detalhes metodológicos são apresentados a seguir.

### 3.2.1 Método de Pesquisa

A pesquisa é qualitativa, com a utilização do Estudo de Caso, que é:

[...] uma das formas possíveis de se desenvolver conhecimento científico, aceita e bastante utilizada principalmente em ciências humanas. O estudo de caso é um meio de se fazer ciência, principalmente quando a natureza do fenômeno observado é multideterminada e interessa conhecer de modo profundo e abrangente a singularidade de dada situação [...] (CAPITÃO; VILLEMOR-AMARAL, 2016, p. 290).

Como referencial basilar tomou-se a obra de Yin (2015), pois trata-se de uma obra amplamente empregada para estudos de caso. Nas palavras do autor: “A experiência bem-sucedida de estudiosos e estudantes na utilização deste livro por mais de 30 anos pode atestar as suas potenciais vantagens” Yin (2015, p. 3).

O estudo de caso, como um método de pesquisa:

[...] é usado em muitas situações, para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados. Naturalmente, o estudo de caso é um método de pesquisa comum na psicologia, sociologia, ciência política, antropologia, assistência social, **administração** [...] são encontrados até mesmo na economia, em investigações sobre a estrutura de um determinado setor industrial ou a economia de uma cidade ou região (YIN, 2015, p.4, grifo nosso).

A utilização do estudo de caso permite:

[...] que os investigadores foquem um “caso” e retenham uma perspectiva holística e do mundo real – como no estudo dos ciclos individuais da vida, o comportamento de pequenos grupos, **os processos organizacionais e administrativos**, a mudança de vizinhança, o desempenho escolar, as relações internacionais e a maturação das industriais (YIN, 2015, p.4, grifo nosso).

O estudo de caso utilizou casos múltiplos e foi do tipo exploratório, com emprego de questões ‘como’, “cuja meta seria desenvolver hipóteses e proposições pertinentes para investigação posterior” Yin (2015, p. 10, grifo nosso).

Adicionalmente, Gil (1987, p. 45, grifo nosso):

Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, do tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado **especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado** e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

Inserido recentemente na literatura e no dia a dia das organizações, o tema Indústria 4.0 representa um conjunto de oportunidades para seu desenvolvimento, assim como para a realização de diversas e profundas modificações estruturais nas organizações, conforme aponta Schwab (2016, p. 16):

Na Alemanha há discussões sobre a “indústria 4.0”, um termo cunhado em 2011, na feira de Hannover, para descrever como isso irá revolucionar a organização das cadeias globais de valor. Ao permitir “fábricas inteligentes”, a quarta revolução industrial cria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Isso permite a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais.

Assim, o tema alinha-se com a metodologia proposta, sendo a relevância do estudo decorrente dos impactos nas das tecnologias da Indústria 4.0 nas organizações. O estudo de caso toma como proposição a seguinte questão: como

está ocorrendo a assimilação das tecnologias da Indústria 4.0 por um grupo de profissionais que exercem funções de controladoria em indústrias de Sorocaba?

Considerando-se a contemporaneidade do tema Indústria 4.0, a pesquisa não toma nenhuma hipótese quanto a intensidade e formas de assimilação, entre outras, e busca unicamente compreender como os profissionais de controladoria estão atuando no trato do tema Indústria 4.0.

Como exploratória, esta pesquisa possibilita uma visão aproximada de uma situação específica, fundamentada em pesquisas bibliográficas sobre a Indústria 4.0 e das tecnologias envolvidas em seu ecossistema, assim como sobre as organizações e dos seus processos e sistemas utilizados pelos profissionais que atuam na controladoria, além do conteúdo das entrevistas realizadas.

### **3.2.2 Coleta e análise de dados**

A partir da pesquisa bibliográfica, partiu-se à campo para verificar com os seus operadores no dia a dia como a Controladoria está, ou mesmo irá valer-se dessa nova concepção organizacional. A realização de pesquisa de campo com profissionais que exercem as funções de controladoria possibilitou o conhecimento prático das rotinas e suas nuances por vezes despercebidas, assim como dialogar sobre as perspectivas futuras da Indústria 4.0 no Brasil com empresas, que inclusive, produzem bens de capital e embarcam tecnologias e hardwares em seus produtos alinhados aos conceitos da Indústria 4.0.

A coleta da evidência do estudo de caso foi realizada por meio da entrevista, que é “uma das fontes mais importantes de informação para o estudo de caso” (YIN, 2015, p. 114). Para tanto foi utilizado um instrumento de entrevista Semiestruturada<sup>27</sup>, realizada com oito profissionais que atuam em funções de controladoria em indústrias de Sorocaba.

Entrevistas Semiestruturadas possibilitam uma melhor abordagem pelo pesquisador pois,

[...] o pesquisador fica livre para exercitar sua iniciativa no acompanhamento de resposta a uma pergunta. O entrevistador pode querer fazer perguntas relacionadas que não foram previamente imaginadas e que não estavam originalmente incluídas. Essa abordagem pode resultar no surgimento de

---

<sup>27</sup> Cf. anexo C.

informações inesperadas e esclarecedoras, melhorando as descobertas” (HAIR JR. et al., 2005, p. 163).

### Para a realização da entrevista Semiestruturada o pesquisador

[...] deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal. O entrevistador deve ficar atento para dirigir, no momento que achar oportuno, a discussão para o assunto que o interessa fazendo perguntas adicionais para elucidar questões que não ficaram claras ou ajudar a recompor o contexto da entrevista, caso o informante tenha “fugido” ao tema ou tenha dificuldades com ele. Esse tipo de entrevista é muito utilizado quando se deseja delimitar o volume das informações, obtendo assim um direcionamento maior para o tema, intervindo a fim de que os objetivos sejam alcançados (BONI; QUARESMA, 2005, p. 75).

A seleção da amostra dos profissionais que atuam em funções de controladoria empregou a técnica não probabilística de amostragem por conveniência. Nessa técnica “Os elementos são incluídos na amostra sem probabilidades pré-especificadas ou conhecidas de serem selecionados” (ANDERSON; SWEEMWY; WILLIANS, 2003, p. 278).

A escolha dessa técnica decorre da inexistência de uma base de dados com o registro dos profissionais que exercem funções de controladoria na cidade de Sorocaba para o emprego de técnicas estatísticas específicas. A escolha da localidade de Sorocaba decorre do fato de o pesquisador ser natural dessa cidade o que facilita a realização de contatos com diversas empresas, além de possuir um parque industrial significativo e diversificado, com o desenvolvimento de várias atividades econômicas.

A tendenciosidade é uma incerteza que permeia a amostragem por conveniência, o que inviabiliza a generalização para a população alvo dos profissionais de controladoria (HAIR JR. et al., 2007). Para mitigar a tendenciosidade, sem com isso possibilitar a generalização, procurou-se compor a amostra por profissionais que atuam em empresas dos mais diversos tamanhos, ramos de atividade, local da matriz, quantidade de funcionários e outros, além da diversidade do próprio profissional, que ocupa cargos variados, com experiências e formação diversas além de outras características, sendo selecionados não apenas por meio do *networking* do pesquisador, mas também de indicações de terceiros, compondo assim uma amostra heterogênea. Optou-se, também, por profissionais que estejam atuando em empresa industriais, uma vez que possuem atividades mais complexas,

demandando processos e sistemas de controle mais estruturados.

Para a condução da entrevista, realizada conforme agenda disponível do entrevistado e em local por ele definido, foi utilizado um Instrumento de Entrevista Semiestruturado, elaborado pelo autor e submetido a uma avaliação inicial por meio da realização de uma entrevista piloto. Após essa entrevista, observou-se que o instrumento estava bastante adequado aos objetivos, sendo realizados pequenos ajustes, sem alterações substanciais.

Para a gravação das entrevistas, o entrevistado assinou inicialmente a Autorização para Uso de Imagem<sup>28</sup>, emitido em duas vias, sendo uma para guarda do entrevistado e outra para arquivo do entrevistador. O equipamento utilizado para gravação foi o Gravador de Voz Digital Sony ICD-PX470. Para a transcrição das entrevistas foi utilizado o editor de textos Word, do pacote Microsoft Office Home and Student 2013.

Para a análise da evidência do estudo de caso foi utilizada como estratégia geral “seguir as proposições teóricas que levaram ao [...] estudo de caso [...] que, por sua vez, refletiam um conjunto de questões de pesquisa” (YIN, 2015, p. 140).

Das cinco técnicas analíticas para análise da evidência sugeridas por Yin (2015) verificou-se que nenhuma delas atenderia as exigências específicas requeridas por cada técnica, impossibilitando o emprego das mesmas.

Ademais, o próprio autor aponta que “Não importa qual a estratégia ou a técnica específica escolhida, você deve fazer tudo para garantir que sua análise seja da mais alta qualidade” (YIN, 2015, p. 172).

Com essa orientação, utilizou-se subsidiariamente a Análise de Conteúdo que, conforme Vergara (2010, p. 7-8),

[...] é considerada uma técnica para o tratamento de dados que visa identificar o que está sendo dito a respeito de determinado tema.

[...]. Presta-se tanto aos fins exploratórios, ou seja, de descoberta, quanto aos de verificação, confirmando ou não hipóteses ou suposições preestabelecidas.

Para Bardin (2016, p. 37) a análise de conteúdo é:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações. Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos; ou, com maior rigor, será

---

<sup>28</sup> Cf. anexo B.

um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações.

Trata-se, portanto, de uma pesquisa qualitativa, com emprego de análise textual, conforme Moraes e Galiazzi (2007, p. 11):

Pesquisas qualitativas têm se utilizado cada vez mais de análises textuais. Seja partindo de textos já existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas e observações, a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação. Não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, reconstruir conhecimentos existentes sobre os temas investigados.

Observa-se, portanto, que a análise de conteúdo é uma técnica adequada para a análise da evidência do estudo de caso. Os resultados obtidos são apresentados no capítulo de Resultados e Discussão.

Realizada a transcrição do material obtido nas entrevistas procedeu-se a análise das evidências, que pode ser realizada com o emprego de ferramentas auxiliadas pelo computador, utilizando softwares específicos, contudo os mesmos são apenas auxiliares e não realizam a análise completa por conta própria. (YIN, 2015). Assim, optou-se por não empregar tais ferramentas.

A produção textual constituinte do “corpus”, resultante do esforço analítico do pesquisador é de relevante importância, conforme destacam Moraes e Galiazzi (2007, p. 20-21):

Uma análise textual qualitativa, voltada a produção de compreensões aprofundadas e criativas, requer um envolvimento intenso com as informações do “corpus”. Exige uma impregnação aprofundada com os elementos do processo analítico. Somente essa impregnação possibilita uma leitura válida e pertinente dos documentos analisados.

Assim, tomando como fundamento o quanto orientado por Bardin (2016) e Moraes e Galiazzi (2007), procedeu-se a análise do material transcrito por meio da sua atenta leitura e, por diversas vezes, releitura, orientado pelos objetivos da pesquisa, consubstanciado no conjunto de questões elencadas no instrumento de entrevista, resultando em uma unitarização, que representa:

O processo de unitarização é um esforço de construção de significados. É um exercício de elaboração de mais sentidos a partir dos textos sob análise.

Constitui um esforço de interpretação e construção pessoal do pesquisador em relação aos significados do “corpus”. É um movimento de aplicação de teorias, sejam conscientes ou tácitas, implicando necessariamente o envolvimento da subjetividade do pesquisador. Os sentidos das unidades produzidas são aqueles construídos pelo pesquisador, carregando assim sua marca de autoria (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 53).

Decorre desse processo a categorização, que conforme Bardin (2016, p. 148):

[...] é um processo do tipo estruturalista e comporta duas etapas:

- o *inventário*: isolar os elementos;
- a *classificação*: repartir os elementos e, portanto, procurar ou impor certa organização às mensagens.

O processo de categorização é orientado de forma mais analítica por Moraes e Galiazzi (2007, p. 97-99) ao explicitar seu processo de elaboração:

A categorização constitui um processo de classificação em que elementos de base – as unidades de significado – são organizados e ordenados em conjuntos lógicos abstratos, possibilitando o início de um processo de teorização em relação aos fenômenos investigados. [...] O processo de categorização na análise textual é longo e exigente. [...] Exige uma impregnação profunda aprofundada nas informações, propiciando a emergência auto-organizada de novas compreensões em relação aos fenômenos investigados. Nesse mesmo movimento é preciso eliminar o excesso de informações, apresentando o fenômeno de um modo sintético e ordenado. É, portanto, um movimento que vai de conjuntos desordenados de informações para modos ordenados de apresentar essas mesmas informações.

Além da análise qualitativa, também foi empregada a análise quantitativa, quando necessária, particularmente para a análise dos “Dados de Caracterização” constantes do Instrumento de Pesquisa. “A abordagem quantitativa funda-se na *frequência* de aparição de determinados elementos da mensagem” (BARDIN, 2016, p. 144). As técnicas estatísticas para a obtenção e análise de frequências foram orientadas por Spiegel (1985) e Freund (2006).

A partir desses construtivos, foram elaboradas as estruturas analíticas apresentadas na seção de Resultados e Discussão.

### **3.2.3 Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP**

O processo de preparação para a coleta da evidência do estudo de caso, compreendeu, além das etapas anteriores, a submissão da pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP – da Universidade de Sorocaba – Uniso.

No Brasil, toda a pesquisa envolvendo seres humanos está subordinada a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, que é uma comissão do Conselho Nacional de Saúde – CNS, e possui como atribuição a avaliação dos aspectos éticos das pesquisas. Para tanto, elabora e atualiza as diretrizes e normas para a proteção dos participantes de pesquisa, coordenando uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) das instituições, para avaliar e acompanhar os protocolos de pesquisa. Assim, atua de forma conjunta com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP – da Universidade de Sorocaba – Uniso.

Portanto, esta pesquisa foi subordinada à aprovação do CEP/Uniso, buscando garantir e resguardar a integridade e os direitos dos voluntários participantes da pesquisa. O CEP/Uniso está localizado no Campus Cidade Universitária Prof. Aldo Vannuchi da Uniso, Rod. Raposo Tavares, km. 92,5, Sorocaba/SP.

O pesquisador responsável avaliou e buscou, ao máximo, evitar ou reduzir os riscos de ordem não física que podem impactar negativamente o participante da pesquisa, com foco naqueles previsíveis e relacionados a dimensões psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual, que teórica e probabilisticamente apresentem relações com as questões que integram o Instrumento de Entrevista Semiestruturada. Foram considerados os seguintes riscos: não compreensão das questões, desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante a gravação de áudio, cansaço, inibição, preocupação com a quebra de sigilo, invasão de privacidade e questionamentos fora do contexto da pesquisa.

Avaliados por meio da cuidadosa leitura do texto do roteiro do Instrumento de Entrevista Semiestruturada, das palavras empregadas e sua estrutura, em dimensões de probabilidade de ocorrência, impacto sobre o participante da pesquisa e orientação de ações, esses riscos foram graduados em nível mínimo, o que caracteriza a pesquisa como admissível, permitindo seu prosseguimento. Mesmo que mínimos, os riscos contemplam medidas para mitigação, conforme relatado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

A submissão de todos os documentos e da pesquisa propriamente dita ao CEP/Uniso ocorreu por meio da Plataforma Brasil, sendo a mesma avaliada e aprovada em todo seu conteúdo, conforme Parecer Consubstanciado do CEP de

número 3.332.337, datado de 17 maio 2019.

Para assegurar o máximo esclarecimento do participante da pesquisa quanto aos objetivos da mesma e sigilo das informações obtidas, assim como todos os seus direitos, foi emitido para cada entrevistado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em duas vias e lido antes da realização das entrevistas, sendo uma via entregue para o entrevistado e outro para arquivo do pesquisador.

Em apêndice constam os modelos utilizados do:

- a) TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Apêndice A;
- b) Autorização Para Uso de Imagem – Apêndice B;
- c) Instrumento de Entrevista Semiestruturada – Apêndice C.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com fundamento na metodologia proposta, foram extraídos diversos dados a partir da análise e estudo da transcrição das entrevistas realizadas, possibilitando a construção de estruturas para exploração e obtenção de conhecimento.

Para fins de objetividade e racionalidade, o Instrumento de Entrevista Semiestruturada e o Profissional entrevistado serão doravante designados como Instrumento e Participante, respectivamente.

Decorrente da confidencialidade firmada no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, foram omitidos todos os elementos que possibilitem a identificação da empresa e do Participante.

O Instrumento é constituído de duas partes:

1) Dados de caracterização: apresenta questões relacionadas à qualificação da empresa e do entrevistado, objetivando o conhecimento do perfil da empresa e do Participante;

2) Questões: contém as questões relacionadas aos processos utilizados pela controladoria e da relação do profissional com a Indústria 4.0.

A análise dos dados obtidos é apresentada a seguir, em conformidade com a metodologia proposta.

### **4.1 Análise Dados de caracterização**

Os “Dados de Caracterização” dos elementos da amostra, constantes na página 1 do Instrumento, são analisados quantitativamente a seguir, divididos em:

- a) Amostra das empresas;
- b) Amostra dos Participantes;
- c) Amostra das entrevistas.

#### **4.1.1 Amostra das empresas**

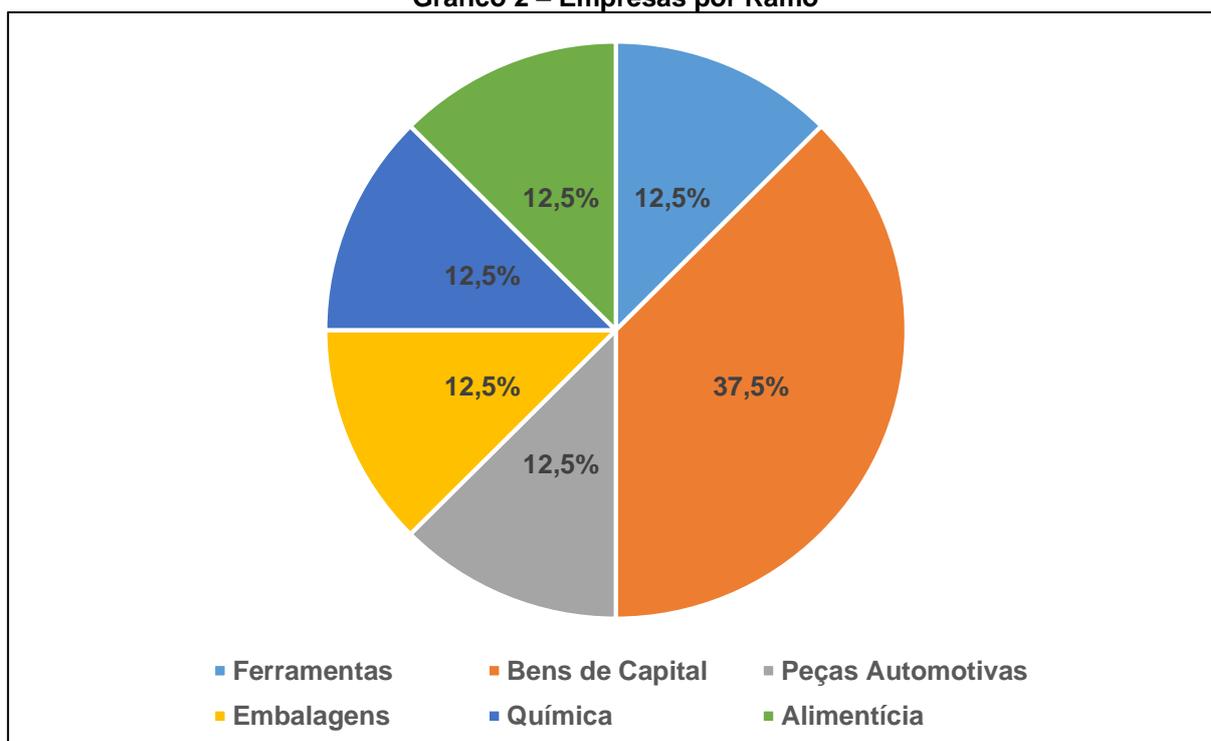
Inicialmente apresenta-se o Quadro 9, contendo o perfil da amostra das indústrias de Sorocaba onde atuam os Participantes.

**Quadro 9 – Perfil Participantes**

Identificador Empresa	Ramo da Indústria	Matriz
A	Ferramentas	Suécia
B	Bens de Capital	Alemanha
C	Peças Automotivas	Alemanha
D	Bens de Capital	Finlândia
E	Bens de Capital	Inglaterra
F	Embalagens	Dinamarca
G	Química	Brasil
H	Alimentícia	Brasil

Fonte: Elaboração própria.

Com base nos dados do Quadro 9, identifica-se que a amostra é formada por empresas que atuam em diversos setores, com predominância da indústria de Bens de Capital, com 37,5% de participação, e 12,5% para cada um dos demais ramos, conforme Gráfico 2.

**Gráfico 2 – Empresas por Ramo**

Fonte: Elaboração própria.

Com relação a localização da Matriz da indústria, 75% da amostra possui Matriz estrangeira e 25% têm Matriz nacional, conforme Gráfico 3.



Fonte: Elaboração própria.

#### 4.1.2 Amostra dos Participantes

A Tabela 2 apresenta os dados dos Participantes com base nas questões próprias do Instrumento de Entrevista. Os Participantes foram enumerados em ordem crescente em função da data da entrevista.

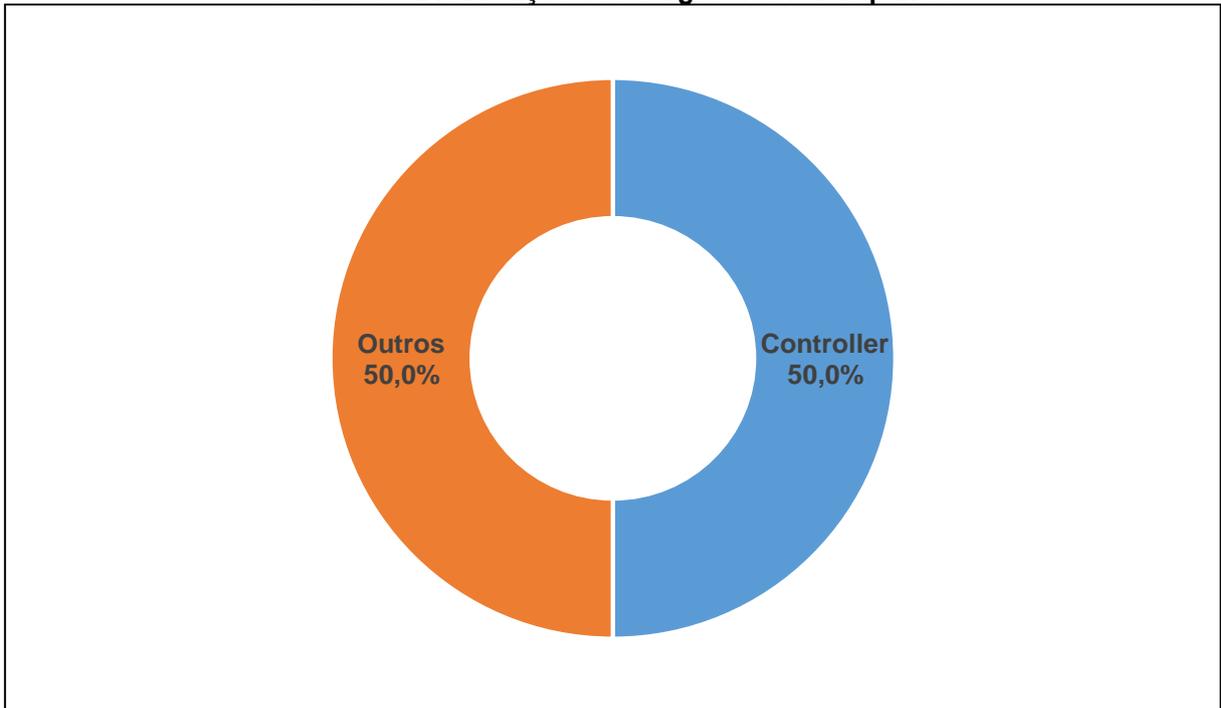
**Tabela 2 – Perfil Participantes**

Participante	Cargo Atual	Idade (anos)	Anos na Empresa	Anos na Empresa na Função de Controladoria	Anos de Experiência em Controladoria
1	Diretor Executivo	51	15	15	25
2	Gerente de Impostos e Contabilidade	40	8	4	4
3	Controller	38	16	2,5	13
4	Controller	43	16	2	7
5	Controller	45	10	2	7
6	Diretor Administrativo e Financeiro	57	15	15	30
7	Diretora Financeira	49	31	6	6
8	Controller Comercial Pós-Vendas	36	8	5	8

Fonte: Elaboração própria.

Os dados da Tabela 2 indicam que o cargo específico de Controller é ocupado por 4 dos Participantes, respondendo por 50% da amostra, sendo que os demais 50%, com 4 ocorrências, ocupam outros cargos, tendo esses cargos a função de Controladoria como atribuição, conforme relato dos Participantes. A distribuição dos cargos é apresentada no Gráfico 4.

**Gráfico 4 – Distribuição dos Cargos dos Participantes**



Fonte: Elaboração própria.

A partir dos dados da Tabela 2 também é obtida a média aritmética simples da amostra, em anos, para os dados da Idade, Tempo de Empresa, Tempo na Função de Controladoria e Tempo de Experiência em Controladoria dos Participantes, sendo as médias apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3 – Perfil médio dos Participantes**

Referência (anos)	Idade (anos)	Anos na Empresa	Anos na Empresa na Função de Controladoria	Anos de Experiência em Controladoria
<b>Média Aritmética Simples</b>	44,9	14,9	6,4	12,5

Fonte: Elaboração própria.

Pode ser observado na Tabela 3 que a Idade Média dos Participantes é de 44,9 anos, com um tempo de experiência na função de Controladoria de 12,5 anos. O tempo médio na empresa atual é de 14,9 anos, sendo na função de controladoria de 6,4 anos em média, o que representa 43% do tempo na empresa atual exercendo funções de controladoria. Verifica-se também que o tempo médio na função de controladoria na empresa atual de 6,4 anos, representa 51,2% do tempo médio de experiência total em controladoria, de 12,5 anos.

Os dados relativos a Formação Acadêmica dos Participantes, foram tabulados no Quadro 10.

**Quadro 10 – Formação Acadêmica Participantes**

Participante	Formação Acadêmica	Pós-Graduação	Última Capacitação	
			Ano	Curso
1	Arquitetura; Administração de Empresas e Ciências Contábeis.	Nível Mestrado em Finanças Corporativas	2013	Demonstrativos Financeiros para Moeda Estrangeira
2	Administração de Empresas e Ciências Contábeis	Custos	2015	Liderança e Gestão de Pessoas
3	Economia		2009	MBA Marketing
4	Ciências Contábeis	Gestão em Controladoria e Finanças	2015	Pós-Graduação
5	Ciências Contábeis		2010	MBA Controladoria
6	Ciências Contábeis	Controladoria e Finanças; Operações e Logística e Gestão de Pessoas	2018	Tecnologia da Informação
7	Administração de Empresas		2018	Gestão em Negócios
8	Administração de Empresas	Inteligência Competitiva	2016	Pós-Graduação

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos dados do Quadro 10, observa-se que a formação acadêmica em Ciências Contábeis e/ou Administração de Empresas está presente no currículo de 7 Participantes, o que representa 87,5% da amostra e 12,5% em outras formações, no caso único em Economia. Especificamente a formação em Ciências Contábeis está presente no currículo de 5 Participantes, representando 62,5% da amostra. A formação única em Administração de Empresas é observada para 25% dos

Participantes, com 2 dados, e em Economia é de 12,5%, com apenas 1 caso. Com referência à realização de algum curso de pós-graduação, 5 Participantes, representando 62,5% da amostra declaram especificamente ter realizado um curso de pós-graduação e 37,5%, ou 3 Participantes, declararam não possuir pós-graduação, tendo declarado especificamente possuir certificações em outras modalidades na última capacitação. Destaca-se que todos os Participantes declaram ter realizado algum curso de capacitação além da formação acadêmica.

#### 4.1.3 Amostra das entrevistas

Fundamentado nas transcrições das entrevistas, também é possível tabular os dados relativos a duração de cada entrevista, a partir de seu horário de início e término, conforme Tabela 4. Dessa tabela também se pode obter o total de horas gravadas e a duração média, em horas, das entrevistas realizadas. Destaca-se que a tabela está organizada em ordem crescente da data da entrevista.

**Tabela 4 – Dados das Entrevistas**

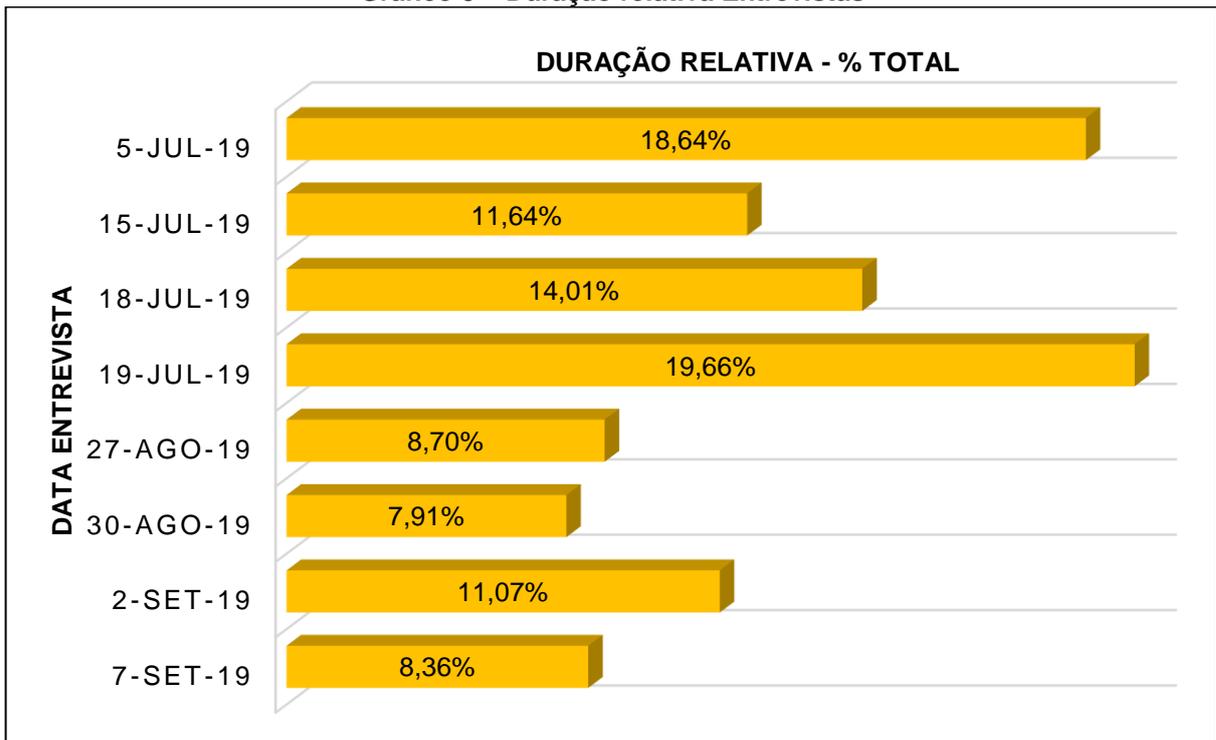
<b>Profissional</b>	<b>Data Entrevista</b>	<b>Hora Início</b>	<b>Hora Fim</b>	<b>Duração</b>
<b>1</b>	<b>5-jul-19</b>	15:48	18:33	02:45
<b>2</b>	<b>15-jul-19</b>	16:37	18:20	01:43
<b>3</b>	<b>18-jul-19</b>	15:54	17:58	02:04
<b>4</b>	<b>19-jul-19</b>	14:34	17:28	02:54
<b>5</b>	<b>27-ago-19</b>	11:51	13:08	01:17
<b>6</b>	<b>30-ago-19</b>	16:58	18:08	01:10
<b>7</b>	<b>2-set-19</b>	15:24	17:02	01:38
<b>8</b>	<b>7-set-19</b>	09:49	11:03	01:14
<b>Tempo total de entrevistas</b>				<b>14:45</b>
<b>Tempo médio das entrevistas</b>				<b>01:50</b>

Fonte: Elaboração própria.

Pode-se verificar que a entrevista de maior duração foi de 2h54min e a de menor duração de 1h10min. O tempo médio das entrevistas foi de 1h50min.

O Gráfico 5 apresenta a duração relativa de cada entrevista em relação ao total de horas das entrevistas, classificadas em função da data de realização da entrevista.

Gráfico 5 – Duração relativa Entrevistas



Fonte: Elaboração própria.

Pode ser observado que as entrevistas com elevada duração foram realizadas nos dias 5 e 19 de julho, representando 38,30% de participação relativa no tempo total de gravação, contra uma participação de 25% de ambas na amostra de Participantes. A primeira entrevista realizada, no dia 5 de julho, objetivou a realização da Entrevista Piloto para avaliação do Instrumento, que após pequenos ajustes foi utilizado para as demais entrevistas.

Relevante destacar que a entrevista do dia 19 de julho foi antecedida de uma longa visita às instalações da empresa, quando foi apresentado detalhadamente o processo de fabricação e montagem de máquinas de grande porte.

## 4.2 Análise das Questões

Concluso o processo de análise quantitativa das amostras, inicia-se o processo da análise qualitativa e por vezes quantitativa, quando necessário, do quanto transcrito das entrevistas a partir do grupo “Questões” constante do Instrumento, que foram segregadas em 5 grupos:

- 1) Relevância da função e dos indicadores;
- 2) Coleta dos dados;

- 3) Processamento dos dados e divulgação dos indicadores;
- 4) Avaliação dos indicadores;
- 5) Relação do Controller com a Indústria 4.0.

Decorrente do quanto orientado pelo referencial adotado de análise textual foram elaborados 2 quadros para cada grupo, um contendo as perguntas constantes do instrumento de entrevista Semiestruturada, para uma melhor orientação da leitura e interpretação das repostas obtidas, e outra a unitarização dos conteúdos e sua categorização com base na metodologia adotada.

Após a categorização são apresentadas as considerações decorrentes do quanto elaborado, com a transcrição de trechos das entrevistas que suportam e orientam o processo analítico.

#### 4.2.1 Análise da relevância da função e dos indicadores

Análise efetuada a partir das respostas para questões indicadas no Quadro 11 e categorizadas no Quadro 12.

**Quadro 11 – Questões: análise da relevância da função e dos indicadores**

<b>Número</b>	<b>Questão:</b>
1	De maneira geral, quais são as funções/responsabilidades do Controller? Na atual organização, quantos profissionais atuam na Controladoria? Qual é sua alocação na hierarquia da organização?
2	As informações fornecidas fornecem subsídios para ações e/ou decisões na organização? Quais tipos de decisões?
3	Para a avaliação da performance organizacional, quais são os indicadores sistematicamente empregados e como são analisados/avaliados? Como são definidos/selecionados? Quais são os orientadores/direcionadores?
4	Como são instituídos novos indicadores?

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 12 – Categorização da relevância da função e dos indicadores**

Questão/Categoria		Descrição da Categoria
1	Planejamento, Análises e relatórios	Participação na elaboração do planejamento estratégico e realização de análises a partir do comparativo do <i>Budget</i> <sup>29</sup> x Realizado, com a geração de informações em relatórios para orientação e suporte à decisão do corpo diretivo da organização. Revisão periódica do Budget com elaboração do <i>Forescast</i> <sup>30</sup> .
	Total de Funcionários na Controladoria	Quantidade de funcionários envolvidos no processo de controladoria
	Ligado à Alta Administração	Ligado ao: Presidente de Divisão; Diretor Financeiro; Gerente Geral; Diretor Geral; Presidência da Empresa; Diretor de Controladoria; à Matriz no Exterior e Sócios.
2	Sim, decisões em geral	Sim, fornece elementos para: decisões de investimentos; suporte para diversas áreas; subsídios para compras e comercial e ações para aumento de rentabilidade; construção do BSC; atingir <i>target</i> do planejamento estratégico.
3	Indicadores Financeiros de Rentabilidade e Lucratividade	São utilizados indicadores de ordem econômica e financeira: EBITDA <sup>31</sup> ; EBIT <sup>32</sup> ; faturamento; lucratividade; produtividade; margem contribuição; endividamento e capital de giro.
	Necessidade informacional da organização	Definidos pela matriz da empresa em função das necessidades de informação. Definidos pela alta direção da companhia em função das necessidades de informação.
4	Liberdade para criação	Há liberdade para criação. Conforme necessidade. Liberdade para avaliação local. Não há periodicidade de revisão.

Fonte: elaboração própria.

Verifica-se que para 100% dos Participantes as funções e responsabilidades estão relacionadas ao planejamento, análises do planejado x realizado e emissão de relatórios. Também foram relatadas outras atribuições que variam entre as empresas. Das entrevistas, destacam-se algumas falas:

“Eu [na função de controladoria] sou o cara basicamente que eu vou fazer o raio x [da empresa], no sentido que eu [empresa] estou bem, eu [empresa] estou mal aonde”.

“[na função de controladoria sou] guardião das informações relevantes para a tomada de decisão né. Então ele tem que coletar, interpretar uma gama de informações e prover dados úteis, não simplesmente reportar as informações, mas de repente reportar dados úteis a partir da análise que ele faz dessas informações”.

<sup>29</sup> *Budget*: expressão em inglês que corresponde a um orçamento estático.

<sup>30</sup> *Forecast*: expressão em inglês que designa a realização periódica de revisões e ajustes do budget, possibilitando a consecução das metas e objetivos delineados no planejamento estratégico.

<sup>31</sup> EBITDA: sigla em inglês que significa *Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization*, ou Lucros antes de juros, impostos, depreciação e amortização em português, conhecida como Lajida.

<sup>32</sup> EBIT: derivada do EBITDA, incluindo os efeitos da depreciação e amortização.

“[a função da controladoria é] garantir custos de produção, que eles estejam de acordo como que foi orçado para o período, é ..., a gente tem muitas variações, mas a gente, nós temos que interferir junto com a produção para que a gente entenda essas variações e tomar decisões para reduzir essas variações (...) comparação de Budget x Realizado.”

“Controladoria, continuamos fazendo controles (...), os planejamentos e a geração dos *reports*<sup>33</sup>”.

A quantidade de funcionários que atuam na controladoria varia muito de empresa para empresa, sendo informadas quantidades de 13; 5; 3; 4; 11; 9; 4 e até de 60 funcionários no grupo em geral.

Com referência ao nível hierárquico ocupado, 100% dos Participantes estão relacionados à alta administração da companhia. Observa-se que em uma empresa a função de controladoria é exercida por um sócio/proprietário no cargo de Diretora Financeira. A seguir são transcritas algumas respostas.

“Ligado diretamente com o presidente da divisão”.

“Eu respondo direto para o Gerente Geral”.

“Subordinado à alta direção da empresa”.

“Somente duas pessoas têm poderes amplos, perfeito, para a tomada de decisão na companhia, o Diretor Presidente e o Controller. Daí já mostra a relevância na organização”.

Relativamente à contribuição para a tomada de decisão, 100% dos Participantes declararam que sim, as informações contribuem para a tomada de decisão as mais diversas, conforme transcrito a seguir:

“Sim, sem sombra de dúvida”.

“Fundamentalmente, contribuir para tomada de decisões”.

“Com certeza, é utilizado de maneira geral como uma bíblia da organização”.

“Eu acho que, através dessas análises que a gente toma as decisões, nas reuniões de resultados são analisadas ações para chegar lá com líderes”.

Para a avaliação da performance, 100% dos Participantes declararam utilizar algum tipo de indicador financeiro, econômico e de lucratividade, sendo o EBITDA e suas variações, como o EBIT, utilizado por 7 Participantes, ou 87,5% da amostra. Observa-se em uma empresa a utilização de um indicador não enquadrado nos

---

<sup>33</sup> *Reports*: expressão em inglês que significa relatórios.

categorizados, chamado de Índice de Capital Relacional – ICR, tomado pela empresa de muita importância para a orientação dos negócios.

A criação de novos indicadores pode ser realizada, com a devida justificativa de necessidade, por 100% dos Participantes. Destaca-se a seguinte fala:

“Hoje nós temos um conjunto bastante satisfatório, mas nada impede que a gente passe a acrescentar novos indicadores, conforme se percebe o próprio dinamismo das economias, dos mercados, do negócio, por exemplo”.

#### 4.2.2 Análise da coleta dos dados

Análise efetuada a partir das respostas para questões indicadas no Quadro 13 e categorizadas no Quadro 14.

**Quadro 13 – Questões: análise da coleta dos dados**

Número	Questão:
5	Como são coletados os dados utilizados para a geração dos indicadores em geral? Qual o nível de participação das pessoas e como isso ocorre? Quais são os sistemas de gestão/ TI – Tecnologia da Informação – utilizados pela organização e como estão integrados?
6	Quais as dificuldades principais para a obtenção dos dados?

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 14 – Categorização da análise da coleta dos dados**

Questão/Categoria	Descrição da Categoria
5	Emprega Sistemas de TI ERP Utiliza um sistema de TI - ERP. Utilização de robôs <sup>34</sup> para input de dados obtidos de arquivos XML <sup>35</sup> . Utilização de módulos do ERP integrados.
	Input e extração de dados no ERP As pessoas participam com input de dados ao longo do processo de gestão. Dados são coletados de máquinas. Apontamentos de mão-de-obra e produção são digitados no ERP a partir de relatórios manuais.
	Fornecedores do ERP Utiliza sistema ERP SAP; ERP Totvs; ERP ASW. Utiliza sistema gestão próprio. Diferentes níveis de implementação dos módulos que compõe o ERP.
6	Relacionadas ao ERP Apontamentos de mão-de-obra e produção são digitados no ERP a partir de relatórios manuais. Falta de padronização de processo. Utilização de sistemas não integrados ao ERP. Pessoas sem capacitação para operar sistemas. Erro humano. Necessidade de customização do ERP. O próprio sistema em uso.

Fonte: elaboração própria.

<sup>34</sup> Automação de processos com robôs de plataformas digitais chamadas de *RPA – Robotic Process Automation*, que podem navegar em interfaces de sistemas movimentando dados e executando ações padronizadas, não estando aptos a tomar decisões em substituição de um ser humano.

<sup>35</sup> O arquivo XML – eXtensible Markup Language - é a versão digital da nota fiscal eletrônica – NF-e – que corresponde ao padrão nacional de escrituração fiscal no Brasil, podendo ser utilizada com segurança, pois possuem certificação digital obrigatória.

Para a obtenção dos dados utilizados na geração de indicadores pode-se observar que 100% dos Participantes empregam um sistema de TI. Os dados são inseridos no sistema como rotina das operações diárias. Para a inserção de dados no sistema 3 Participantes, 37,5% da amostra, declararam empregar robôs para o processamento de arquivos XML, além de executarem outras rotinas padronizadas. Outros 3 Participantes declararam a necessidade da captação manual de dados de produção para posterior digitação no sistema de ERP, o que indica também uma dificuldade para obtenção dos dados. Foi registrado por 100% dos Participantes o desenvolvimento de projetos objetivando a maior utilização de TI para a execução de rotinas padronizadas. Destacam-se os seguintes depoimentos:

“Nossa raiz está no sistema de ERP”.

“Hoje em dia eu tenho muita preocupação com quanto menos eu precisar trabalhar os números que saem do sistema, para mim, para nós, é melhor”.

“Na realidade não colete nada, está bom, vamos deixar isso claro né. Na realidade a nossa grande preocupação é deixar todos os sistemas alimentados em *real time*”.

“Os dados de quanto foi produzido [...] tudo de forma manual”.

“Temos um sistema integrado que não é bacana, quer dizer, é, tá bastante insatisfeito com ele, ... ele traz o arroz com feijão para a gente. Atualmente estamos desenvolvendo um sistema próprio”.

A participação de pessoas ao longo do processo de captação de dados é necessária para 100% dos Participantes, pois há a necessidade de operacionalizar manualmente a inserção de dados no sistema em determinadas operações não padronizadas ou não automatizadas ao longo da cadeia.

Com relação ao Sistema de TI empregado, 5 Participantes declararam utilizar um ERP da SAP, 62,5% da amostra, 1 emprega ERP da Totvs, 1 emprega o ERP ASW e 1 possui um sistema desenvolvido *in house*, cada um representando 12,5% da amostra. Observa-se, ainda, que a implantação dos diversos módulos do ERP ocorre em diferentes intensidades entre as empresas analisadas.

Foram relatadas diversas barreiras para a maior utilização do ERP, resultando em dificuldades no processo de coleta de dados. Relatos dos 8 Participantes apontam para algum tipo de barreira com as seguintes manifestações:

“Aqui em Sorocaba a gente ainda está, eu acho que ... tem muito para melhorar ainda [...] a planta de Sorocaba é muito antiga [...] entrou no grupo em 2015”.

“...hoje eu ter que aplicar um esforço humano de uma planilha, de algum software que tem que ser provocado para poder a gente gerar [os relatórios]”.

“Nós ainda temos que desenvolver uma consciência nas pessoas para que elas estejam mais juntas ao processo e entender a melhoria dessas gerações automáticas de informações”.

“A pessoa que vai entrar com a nota fiscal dentro do sistema, então, não é um *inbound* [processo de entrada] do XML para dentro do sistema, por enquanto ainda não temos isso. Então existe a ação humana nisso aí”.

“Trabalhamos com pessoas [...] o erro humano [...] Tolerância com erro, com pessoas, eu acho que a gente é até um pouquinho é flexível demais, flexível demais”.

“Infelizmente no elo, existem alguns elos na cadeia, por exemplo, clientes ou fornecedores que ainda não atingiram certo nível de evolução tecnológica, que dificulta, ou até mesmo impede, uma troca mais efetiva de informações de forma eletrônica”.

“A quantidade de sistemas e as fontes envolvidas [...] hoje eu não tenho tudo agregado em um único sistema. A facilidade da tecnologia está criando diversas fontes de dados”.

“Hoje meu sistema de estoque é falho. Ainda preciso fazer contagem [manual]”.

#### 4.2.3 Análise do processamento dos dados e divulgação dos indicadores

Análise efetuada a partir das respostas para questões indicadas no Quadro 15 e categorizadas no Quadro 16.

**Quadro 15 – Questões: processamento dos dados e divulgação dos indicadores**

Número	Questão:
7	Como os dados são centralizados/armazenados e processados para a obtenção dos indicadores? Quais são os processos/sistemas – TI – empregados?
8	Quais as dificuldades principais para o processamento dos dados?
9	Quais são as formas de divulgação dos indicadores/relatórios e qual é periodicidade? Para quem são dirigidos?

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 16 – Categorização do processamento dos dados e divulgação dos indicadores**

Questão/Categoria		Descrição da Categoria
7	Centralizados no ERP e processados em sistemas de BI ou Excel	Dados centralizados e extraídos do ERP. Dados tratados em planilhas do Excel e em sistemas de BI: Power BI; Qlik Sense; QlikView e Hyperion.
8	Existem várias dificuldades	Rotinas para extração dos dados. Comunicação. Uso Excel para processamento dos dados extraídos do ERP. Qualificação das pessoas. Volume de investimentos. Muitas bases de dados.
9	Divulgação mensal seletiva	Divulgação mensal com sistemas de BI. Direcionados conforme necessidade de cada público.

Fonte: elaboração própria.

Das declarações dos Participantes constata-se que todos utilizam os sistemas de ERP para centralizar os dados. Posteriormente os dados são extraídos e processados em sistemas auxiliares, sendo que 6 Participantes utilizam sistemas de *Business Intelligence* – BI, 75% da amostra, e 2 utilizam apenas a planilha Excel, 25%. Dos sistemas de BI utilizados pelos 6 Participantes o Power BI é utilizado por 3 Participantes, 50% dos usuários de BI, 1 utiliza apenas o gerador de relatórios do SAP, 1 utiliza o QlikView e 1 emprega o Qlik Sense, representando, aproximadamente, 16,7% cada um em relação aos usuários de sistemas de BI.

Para o processamento de dados foram relatadas diversas dificuldades, demonstrando a existência de limitações de várias dimensões, que variam de empresa para empresa. Em particular destacam-se as dificuldades relacionadas com as pessoas, que foram manifestadas por 4 Participantes, 50% do grupo, conforme depoimentos abaixo:

“Eu acho que assim, em primeiro ponto a pessoa tem que realmente gostar, uma dificuldade que tem começado acontecer é a geração um pouco mais nova não quer rotina, né, e aí a área financeira tem muita rotina né”.

“Limitação das pessoas”.

“Comunicação [das pessoas] ainda continua sendo o maior desafio das organizações”.

“Um dos principais fatores [de dificuldades] que se tem em qualquer negócio, são as pessoas, a qualificação das pessoas hoje em dia (...), sempre foi, mas acho que hoje é muito mais”.

Também foram relatadas, de maneira geral, as dificuldades decorrentes da necessidade de uma “tratativa manual” dos dados, ou seja, o tratamento de dados em planilhas de Excel para a obtenção de relatórios e apresentações de gráficos, embora sejam utilizados sistemas de BI.

Dentre as diversas falas, destacam-se 2 em especial, que demonstram os impactos da evolução da tecnologia para a obtenção de informações:

“Pluralidade de bases [o que dificulta a inserção de dados no sistema de BI]”.

“O que sim, poderia ser uma dificuldade, não só para nós, como para qualquer negócio, é a questão dos montantes de investimentos que muitas vezes são demandados para acompanhar esse dinamismo e essa tecnicidade, essa inovação tecnológica que é demandada constantemente”.

A periodicidade de divulgação é mensal e seletiva para 100% dos Participantes, sendo os indicadores publicados com níveis diferenciados em função do público a que se destina. Para a divulgação dos indicadores, 5 Participantes utilizam sistemas de BI, 62,5%, os outros 3, ou 37,5% da amostra, divulgam os relatórios em reuniões com a alta direção apenas.

#### 4.2.4 Análise da avaliação dos indicadores

Análise efetuada a partir das respostas para questões indicadas no Quadro 17 e categorizadas no Quadro 18.

**Quadro 17 – Questões: análise da avaliação dos indicadores**

Número	Questão:
10	Como ocorre o processo de avaliação dos indicadores pelas áreas específicas e pela organização de maneira geral? Como os indicadores são avaliados em termos de bom ou ruim?
11	Qual é a maior dificuldade relacionada ao uso de indicadores para a avaliação da performance da organização?
12	Qual é o efeito motivador que os indicadores possuem sobre os colaboradores que atuam no processo avaliado? Quais são os retornos motivacionais?
13	Quais as dificuldades principais para a avaliação dos indicadores de desempenho organizacional por seus usuários?

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 18 – Categorização da análise da avaliação dos indicadores**

Questão/Categoria		Descrição da Categoria
10	Alinhamento com planejamento	Alinhamento com metas e objetivos. Há uma referência orçamentária/planejamento. Budget e roteiros para processos. São estabelecidas metas de comum acordo. Análise detalhada.
11	Pessoas	Incapacidade das pessoas de saberem analisar e compreender o significado da avaliação.
12	Ganhos financeiros	Participação nos Lucros e Resultados – PLR. Bonificação além PLR.
13	Limitação das pessoas	Limitação das pessoas.

Fonte: elaboração própria.

Para 7 Participantes, 87,5%, as avaliações percorrem o alinhamento com o planejamento, em que se destaca o depoimento a seguir:

“Muitas vezes um indicador apenas e isoladamente não vai traduzir a realidade, o que de fato está ocorrendo, então há necessidade de uma avaliação conjunta de alguns dados, de algumas informações, indicadores, para que se tenha, né, um quadro mais realista e mais da situação. Mas como disse, alguns poucos indicadores, né, os mais relevantes, os mais significativos, realmente já dão um bom termômetro da situação numa primeira análise, naquela primeira vista que a gente costuma dizer, ou seja, passando uma primeira visualização de um determinado conjunto de gráficos ou de sinais visuais, é, me permite identificar isso está bem, isso não está, digamos assim, bem ... vamos simplificar, nós temos cenários que talvez não exija minha preocupação, isto aqui está no amarelo, isto aqui está no vermelho. Então meu esforço, a aplicação dos recursos será direcionada para que esses casos que realmente estão na situação abaixo dos parâmetros estabelecidos (...) o foco passa a ser aquilo que está fora da regra, ou seja, nas exceções”.

Para 1 Participante a situação é diferente da mencionada, quando afirma:

“Nossas análises, ela são muito é ... míopes ainda, a gente não tem uma análise tão aprofundada para entender de fato essas variações, que elas estão acontecendo”.

Todos os Participantes fazem referência ao ser humano como o elemento central quando abordada a dificuldade do uso de indicadores, discorrendo sobre a limitação cognitiva e a necessidade de treinamento para a superação dessa barreira, assim como a melhoria nas formas de apresentação.

O efeito motivador decorrente dos indicadores está relacionado a ganhos financeiros para 100% dos Participantes. A dimensão humana, considerando a

realização pessoal e profissional foi relatada adicionalmente por 2 Participantes, que além do pagamento da Participação nos Lucros e Resultados de forma geral, contempla elementos adicionais de avaliação para a concessão de Bônus e outros benefícios de maneira individual e diferenciada, conforme o nível de avaliação obtido.

Para os 8 Participantes, a limitação das pessoas representa a dificuldade para a avaliação dos indicadores. Os depoimentos seguintes representam a amostra:

“É a dificuldade de querer ou não querer interpretar e evoluir com aqueles números, essa é a principal coisa”.

“Nós temos que garantir, através do treinamento, por exemplo, o embasamento conceitual (...) que as pessoas entendam a tecnicidade dos termos, das siglas, então nós trabalhamos nisso, nessa formação”.

#### 4.2.5 Análise da relação do Controller com a Indústria 4.0.

Análise efetuada a partir das respostas para questões indicadas no Quadro 19 e categorizadas no Quadro 20.

**Quadro 19 – Questões: análise da relação do controller com a Indústria 4.0**

Número	Questão:
14	A Indústria 4.0 está fundamentada em um ecossistema que integra uma série de tecnologias. Os pilares que integram este ecossistema são: Big Data e Data Analytics; Robôs Autônomos; Simulação (construção de estruturas virtuais); Integração Vertical e Horizontal de Sistemas; Internet das Coisas; Segurança Cibernética; Computação em Nuvem; Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada. Em seu processo produtivo, a organização emprega os conceitos e tecnologias da Indústria 4.0? Algumas delas são utilizadas no processo de construção dos indicadores de performance pela organização? Caso positivo, como são utilizadas? Caso negativo, quais seriam os motivos?
15	Como o tema Indústria 4.0 está sendo tratado na organização? Há alguma ação institucional sobre o tema na organização?
16	Como profissional em Controladoria, como o Sr. está tratando particularmente o tema Indústria 4.0? Há alguma ação que envolva o tema, como participação em cursos, treinamentos, seminários simpósios ou outros?
17	Quais as suas perspectivas/potencialidades para a utilização das tecnologias do ecossistema da Indústria 4.0, para possibilitar a melhoria nos sistemas de coleta de dados, processamento e avaliação dos indicadores de performance da organização?

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 20 – Categorização da análise da relação do controller com a Indústria 4.0**

Questão/Categoria		Descrição da Categoria
14	Baixa Utilização das tecnologias da Ind. 4.0	Planta antiga, integrou o grupo recentemente. Uso para propostas comerciais. Subsidiária local muito aquém da indústria 4.0. Não está no foco da empresa. Não emprego de todas as tecnologias. Necessidades do negócio não exigem o emprego de todas as tecnologias.
15	Ações com diferentes níveis	Temos uma pessoa na planta olhando para isso. Algumas pessoas chave apenas. Não faz falta hoje. Não temos programa local. Empresa não pensa no tema. É institucional. Estrutura não necessita.
16	Busca de informações sobre o tema	Participação em eventos na empresa. Busca fora da empresa na internet.
17	Perspectivas positivas	O mercado já oferece soluções. Utilizar Big Data. Merece atenção. Estamos inseridos pela Matriz em uma segunda fase. Potencial para todas as áreas.

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 21 apresenta a utilização dos pilares tecnológico da Indústria 4.0 por empresa, conforme declarado pelo Participante na área de Produção e na área de Controladoria.

**Quadro 21 – Aplicação tecnológica por empresa e setor**

Empresa / Referência	Setor declarado de aplicação																	
	Produção									Controladoria								
	A	B	C	D	E	F	G	H	Total	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Big Data e Data Analytics					■				1					■				1
Robôs Autônomos					■				1									0
Simulação (estruturas virtuais)				■					1									0
Integração Vertical e Horizontal									0									0
Internet das Coisas					■		■		2									0
Segurança Cibernética					■		■		2							■		1
Computação em Nuvem				■			■		2				■			■		2
Manufatura Aditiva				■					1									0
Realidade Aumentada				■			■		2									0
<b>Total empregado empresa</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

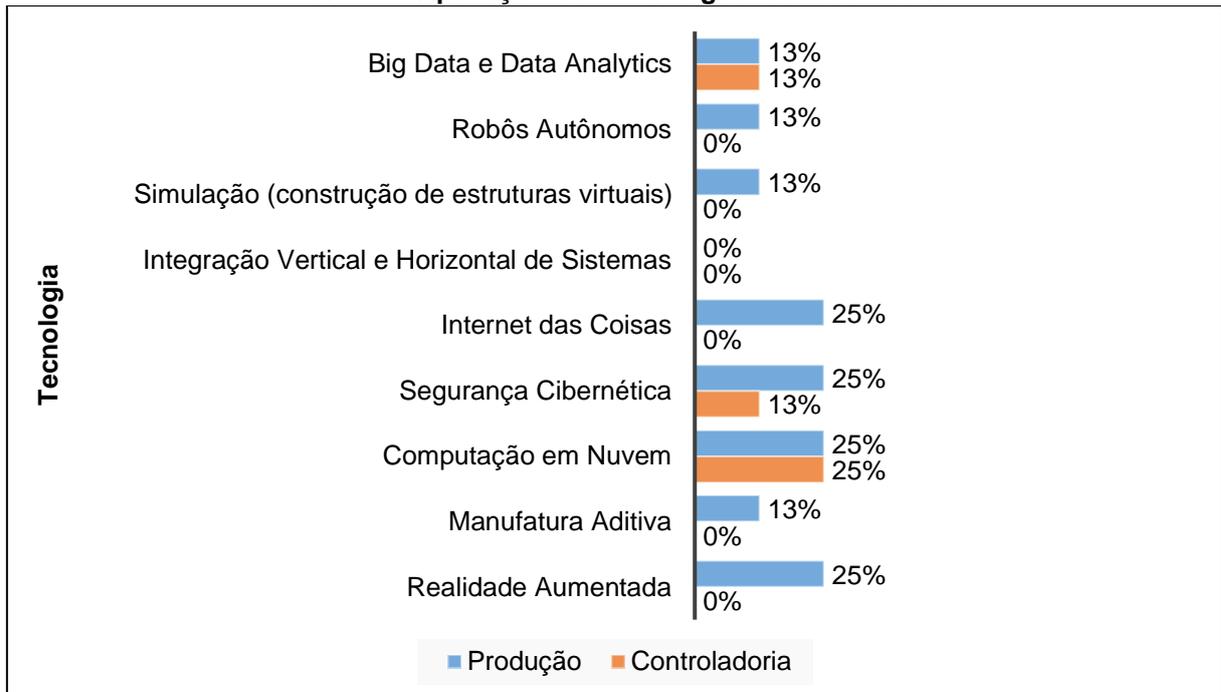
Fonte: elaboração própria.

Nenhum dos Participantes relatou a utilização integral do conceito da Indústria 4.0, sendo que 5 empresas, ou 62% da amostra, não aplicam nenhuma das

tecnologias e apenas 3, ou 38% das empresas, fazem a utilização de alguma das tecnologias. Dessas, são relatados empregos de 1 até 4 tecnologias no máximo, tendo o setor de Produção a maior aplicação com 4 e na área de Controladoria o máximo de 2 aplicações relatadas em uma mesma empresa.

A aplicação de cada pilar no conjunto das empresas em que atuam os Participantes demonstra uma baixa densidade, conforme o Gráfico 6 com a participação de cada tecnologia por setor no conjunto das empresas.

**Gráfico 6 – Aplicação das tecnologias da Indústria 4.0**

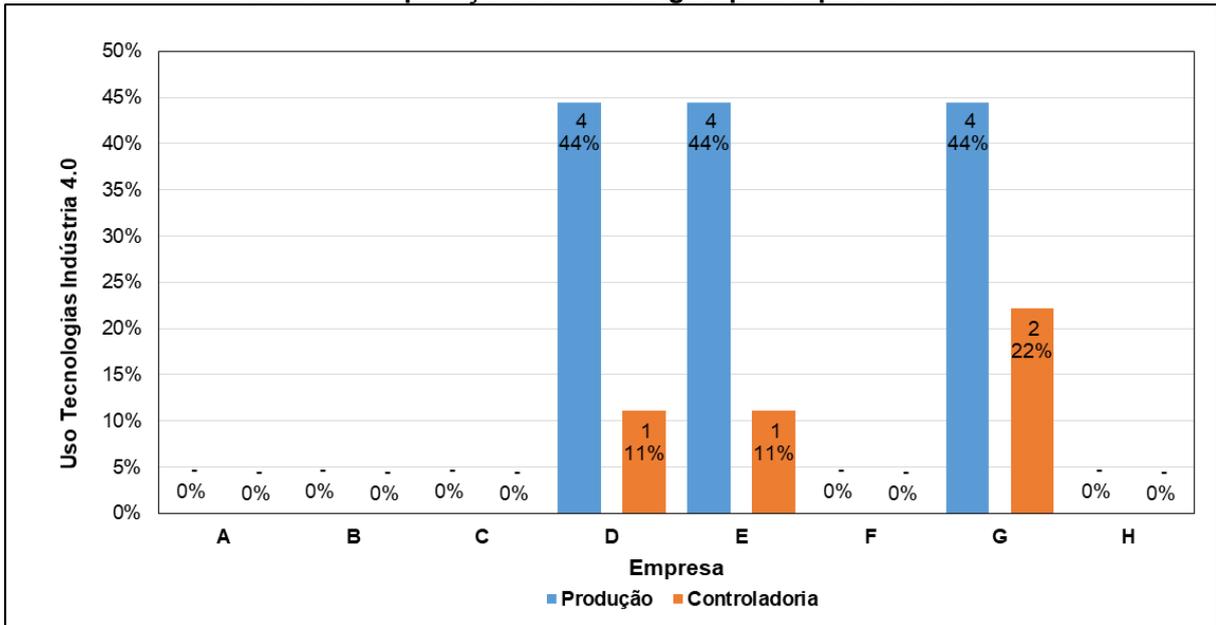


Fonte: elaboração própria.

Observa-se que a Integração de Sistemas não foi relatada, sendo a Internet das Coisas, a Segurança Cibernética, a Computação em Nuvem e a Realidade Aumentada as tecnologias mais empregadas, cada uma declarada por 25% dos Participantes. Dos 9 pilares, 8 foram declarados para a área de Produção, ou 89%, sendo 3 declarados para a Controladoria, ou 33% da amostra.

O nível de utilização das tecnologias para cada empresa e setor é apresentado no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Aplicação das tecnologias por empresa e setor



Fonte: elaboração própria.

Esses dados demonstram que 3 empresas empregam 4 das tecnologias na Produção, ou 44%, com 5 não empregando nenhuma das tecnologias. No total foram computadas 12 ocorrências de aplicações na Produção, ou 17% da matriz do Quadro 21.

Na área de Controladoria, 2 empresas apontaram o emprego de 1 das tecnologias, ou 11%, e 1 indicou o emprego de 2, ou 22% de aplicação. No total foram computadas 4 ocorrências de aplicações na Controladoria, ou 6% da matriz.

De forma geral, o emprego tecnológico totalizou 16 ocorrências, o que representa uma intensidade de apenas 11% da matriz total constante do Quadro 21, decorrendo uma baixa utilização das tecnologias da Indústria 4.0.

Destacam-se a seguir algumas declarações dos Participantes com relação ao uso das tecnologias da Indústria 4.0 em seus processos:

“Eu diria até que falta essa, talvez falte até essa competência aqui dentro”.

“Eu acho que hoje está bem superficial ainda, né. A gente está trabalhando muito mais a área de Big Data, Data Analytics (...). Acho que cada um dos pilares aí vai depender de uma área específica, aonde que eu vou efetivamente aplicar”.

“Não todas as citadas, mas uma grande parte, uma boa parte”.

“Muito aquém da Indústria 4.0, muito aquém, essa subsidiária, perfeito”.

“São todas referências que a medida que você foi lendo eu vou associando a algumas informações, algumas publicações recentes que o grupo vem difundindo (...) na verdade nas soluções que a gente está ofertando para nossos clientes”.

“Nós temos que melhorar, nós estamos engatinhando”.

“Planta antiga (...) entrou no grupo [recentemente]”.

“Até pelo nosso processo produtivo que ele é, eu considero ele semiartesanal né, eu falo assim que eu vou fazer um lote enorme de produção aqui... dez peças... [risos] (...). Um sistema Wi-Fi aqui dentro, e não é um Wi-Fi para conectar uma máquina remota, é um Wi-Fi para eu acessar minha rede (...). Internamente é aquilo que eu falei, só esse fato de nós já estarmos preocupados em colocar integrações das máquinas, nós estamos caminhando para a Indústria 4.0. Ainda eu creio que nós precisamos ainda melhorar um pouco mais ainda essa Indústria 4.0, que seria fazer a segunda parte da interligação, que é você interligar a parte de manutenção preventiva, vamos falar assim, da máquina, que ainda está em caminho de ser feito isso também, que daí nós temos que instalar os mesmos softwares que nós instalamos nos clientes e instalar aqui”.

Com relação ao trato do tema Indústria 4.0 pela organização foram observadas ações com diferentes níveis, que foram classificados em 4 grupos, para uma melhor compreensão, no Quadro 22.

**Quadro 22 – Ação da Organização em relação à Indústria 4.0**

<b>Nível de classificação da ação da Organização</b>	<b>Quantidade de declarações</b>	<b>Trecho declaração do Participante</b>
Institucional	1	“É institucional, todas as áreas, não só no chão de fábrica, na manufatura, em todas as áreas (...) isso está no DNA de todos os setores”.
Ação local restrita	3	“Tem uma pessoa específica cuidando disso”. “Acho que são algumas pessoas chave”. “A medida que a gente oferece isso lá [para os clientes] é porque a gente já reconheceu a necessidade de tá usando isso aqui”.
Trata em unidade estrangeira do grupo	1	“Programa local não temos (...) temos 3 plantas [exterior] com o programa”.
Não trata do tema atualmente	3	“Hoje não nos faz falta”. “Não pensa muito ainda na evolução para Indústria 4.0”. “Eu tenho que embarcar toda a tecnologia da Indústria 4.0 na minha produção? Tenho produção seriada? Não tenho!”.

Fonte: elaboração própria.

A adoção de uma ação institucional foi observada para 1 empresa, ou 13% da amostra, sendo que 3 empresas, ou 37%, tratam do tema em pequeno grupo de pessoas. Para 3 empresas, 37% do grupo, inexistiu o trato do tema. Em 1 situação, ou 13%, o tema é tratado nas unidades estrangeiras, para posterior ação local.

No âmbito das ações pessoais dos Participantes para a obtenção de conhecimento sobre as tecnologias da Indústria 4.0 observa-se que de forma geral esses reconhecem a importância do tema e buscam informações sobre o tema em diferentes níveis.

As iniciativas dos Participantes são apresentadas no Quadro 23, com a partição em níveis de classificação da ação pessoal.

**Quadro 23 – Iniciativa dos Participantes para estudo do tema Indústria 4.0**

Nível de classificação da ação pessoal	Quantidade declarações	Trecho declaração Participante
Há engajamento na busca por maiores informações e qualificação	5	<p>“Eu tenho a minha busca mesmo que eu faço basicamente enquanto eu estou trabalhando, enquanto eu estou em casa pela Internet, isso eu faço. Isso faz parte do meu radar mesmo, na busca individual e isso me ajuda orientar meu time também”.</p> <p>“Pessoalmente é um assunto apaixonante, tecnologia realmente é uma coisa que me agrada muito”.</p> <p>“Quem tem uma visão diferente, no meu ponto de vista, tá bom, em relação a não dar crédito a Indústria 4.0 perfeito, é tapar o sol com a peneira. É saber que vai dormir numa casa sem telhado, isso é um fato, no meu modo de pensar”.</p> <p>“[participo em] palestras, cursos, webcast por minha iniciativa. Eu entendo que se faz necessário eu me preparar para continuar trabalhando né, para dar sequência na minha profissão, nesse ambiente onde haverá muito mais interação com tecnologias, com dados eletrônicos né. Tá no meu radar que eu preciso fazer uma especialização”.</p> <p>“O que eu busco de informação é via Internet, pela minha motivação”.</p>
O tema não é motivador de iniciativas	3	<p>“O profissional [nome] está muito devagar [com o tema]”.</p> <p>“Não tenho procurado saber”.</p> <p>“Fora da companhia não, não tenho participado de nada, nenhum tipo de seminário, nada de treinamento, simplesmente o envolvimento dentro da companhia mesmo (...) eu não tenho me atualizado”.</p>

Fonte: elaboração própria

Para 5 Participantes, 62% do grupo, observamos o engajamento na busca por maiores informações e até mesmo uma qualificação maior no tema. Já 3 Participantes, representando 38% amostra, declaram que o tema não é motivador de iniciativas.

Com relação às potenciais melhorias nos processos de controladoria, todos os Participantes reconheceram as perspectivas positivas decorrentes da utilização das tecnologias da Indústria 4.0. Como apontado por um Participante, a Controladoria já está sendo beneficiada, mesmo que indiretamente, pela Indústria 4.0:

“Eu vejo que já estamos colhendo os benefícios sem ter esforçado para ele, porque é uma coisa que vai atingir naturalmente [os controles intrínsecos da Indústria 4.0 beneficiando a controladoria]”.

Uma das potenciais aplicações reportada foi:

“Dentro da nossa área como *finance* eu vejo muito mais dentro dos pilares de Big Data [e Analytics] o que a gente consegue trabalhar indicador financeiro etc., para a gente trazer um pouco mais de rentabilidade e dando mais suporte para o business”.

Mesmo para os Participantes que atualmente não estão como foco no tema há necessidade de maior atenção, conforme o relato abaixo:

“Eu acho que sim, merece sim [uma atenção]. É algo inevitável”.

Em especial, um Participante destacou a preocupação com a segurança dos sistemas, pois os dados e informações estarão mais acessíveis com a Indústria 4.0, requerendo assim uma estrutura mais robusta de *cyber security*.

Por fim, houve a abertura para a livre manifestação do Participante com a pergunta número 18: O Sr. deseja fazer algum comentário final?

As respostas foram direcionadas para agradecimentos, destacando a relevância do tema tratado face ao fato de não ser tomado como um mero modismo passageiro, ou seja, a Indústria 4.0 é um imperativo para as organizações. Também relevante os apontamentos relacionados a necessidade uma maior qualificação educacional para o trato com tecnologias e o fato de empresas globalizadas (ou multinacionais) já estarem em movimento para a implementação dos pilares tecnológicos em suas unidades segundo um cronograma. Pontualmente para a área de controladoria, a transcrição que segue é instigadora:

“Eu não sei, de novo voltando ao assunto, não sei se desenvolveram esse BI [conhecimentos derivados Indústria 4.0] visando a controladoria ou visando a administração da produção, que aí as coisas estão começando a se fundir e se misturarem. Os departamentos estão preparados para se fundirem ou se misturarem? Essa é a questão!”

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de pesquisa tomou a importância dos impactos das novas estruturas tecnológicas advindas da Indústria 4.0 no sistema de controle organizacional e sua assimilação por profissionais que exercem tais controles.

Decorrente dos estudos realizados verifica-se que para a superação de seus limites físicos naturais, o homem empreendeu o uso intensivo e constante da tecnologia, construindo estruturas organizacionais cada vez mais complexas, demandando controles também mais estruturados e complexos, resultando em funções específicas para sua realização.

Com o alvorecer da chamada 4ª Revolução Industrial, ou Indústria 4.0 e suas tecnologias habilitadoras, foram desenvolvidos e implementados nos processos produtivos novos elementos de sensoriamento e controle, que possibilitam aos profissionais em Controladoria o acréscimo de novas variáveis em seus sistemas de avaliação de eficácia e eficiência, decorrendo em uma maior qualidade nos modelos preditivos, gerando informações com maior valor agregado para a alta direção quando da tomada de decisão.

Ademais, o emprego de recursos tecnológicos possibilitou a mecanização e a posterior automação de inúmeros processos que, contudo, apresentavam baixo nível de integração, restrição essa mitigada com a Indústria 4.0, o que permite a adoção de sistemas dinâmicos de avaliação, além da construção de estruturas virtualizadas que permitem a avaliação da eficácia e da eficiência das diversas possibilidades de atuação em resposta a um determinado problema ou restrição nos processos produtivos.

Destaque-se ainda que as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, mesmo que sem relação direta com os processos próprios da área de Controladoria, deverão impactar na mesma, uma vez que os processos decisórios para a sua implementação irão demandar estudos e avaliações por parte dos profissionais em Controladoria, requerendo, assim, o conhecimento mais profundo do tema Indústria 4.0 e suas tecnologias relacionadas.

Os diversos indicadores da economia brasileira apresentam, ao longo do tempo, resultados que indicam uma queda significativa da atividade industrial, comprometendo a retomada do crescimento em bases sólidas. Baixos níveis de investimento comprometem a competitividade da indústria nacional, em um momento de profundas transformações de ordem tecnológica na economia mundial,

decorrentes do conceito da Indústria 4.0, que impactam intensamente as cadeias produtivas globais. A inserção da economia brasileira nessas cadeias produtivas é de extrema relevância, representando inúmeras oportunidades para aquelas organizações que tomarem a inovação como um pilar estratégico em seu planejamento, gerando oportunidades de crescimento para profissionais que estejam qualificados para atender a essas novas demandas. A cidade de Sorocaba e sua região metropolitana representam uma parcela significativa da economia paulista, possuindo um parque industrial bastante diversificado, que poderá valer-se dos conceitos da Indústria 4.0 para alavancar o crescimento das organizações e de seus colaboradores, inclusive aqueles que atuam nos seus sistemas de controladoria.

Por meio do estudo de caso e da análise do conteúdo das entrevistas realizadas verificou-se que a Controladoria de fato desempenha um papel relevante na estrutura organizacional, realizando ações de planejamento e análises, emitindo relatórios para os mais diversos níveis hierárquicos, fornecendo importantes subsídios para a tomada de decisões pela alta direção da organização, tal qual preconizado por diversos teóricos organizacionais. Para a realização dessas atribuições, a Controladoria vale-se da geração de diversos indicadores, ou KPIs, financeiros, de rentabilidade e lucratividade, tendo a liberdade para a geração de novos indicadores diante do dinamismo do ambiente econômico em escala exponencial, fundada nos métodos e procedimentos tradicionalmente empregados.

Embora a Controladoria utilize recursos de TI em seus processos verificou-se que tais sistemas não estão sendo integrados aos novos e diversos sistemas de sensoriamento e controle implementados ao longo do processo produtivo, não impactando nas ações desenvolvidas pela Controladoria, ou seja, os dados gerados estão fora do escopo das funções do profissional em controladoria que poderia valer-se dos processos de Data Analytics para a geração de conhecimento além dos tradicionalmente utilizados.

Também verificou-se que a geração de informações ainda ocorre em determinados momentos de tempo, normalmente chamados de “período de fechamento” para a apuração e avaliação dos resultados mensais, sendo a divulgação dos mesmos por meio dos sistemas de BI ou envio de arquivos contendo relatórios em planilhas do software Excel, embora a estrutura de TI/ERP possibilite a captação de dados de forma contínua e ininterrupta, possibilitando a avaliação dos processos em período de tempo mais curtos, como semanais, por exemplo.

Assim, com base na pesquisa, identifica-se na amostra de empresas a reduzida utilização das tecnologias da Indústria 4.0 de forma geral, conforme Quadro 21, tendo a área produtiva uma maior utilização em contraste à Controladoria, com o trato do tema ocorrendo em ações de diferentes níveis de intensidade dentro das organizações, variando entre a total inexistência de ações até a institucionalidade do tema.

Inobstante todos os participantes reconhecerem a importância do tema e até mesmo a sua necessidade, principalmente na área produtiva, com perspectivas positivas de suas potencialidades, as ações de iniciativa própria para a busca de maior conhecimento do tema mostraram-se, até o presente momento, limitadas à obtenção de informações sobre a temática Indústria 4.0, ou seja, não foram observados relatos de ações para a sua maior assimilação objetivando o efetivo emprego de novos conhecimentos e habilidades na área de Controladoria.

Há, no grupo pesquisado, uma defasagem na compreensão dos conceitos da Indústria 4.0, que por várias vezes é confundido com a automação, sem o efetivo entendimento de suas potenciais aplicações.

Em suma, a Controladoria continua extraindo seus dados dos sistemas de ERP tradicionais, tendo nos registros contábeis a principal fonte, gerando relatórios e gráficos com informações tradicionalmente divulgadas, como o EBITDA e suas variantes, além de outros indicadores com relações predominantemente de ordem financeira.

Conclui-se, portanto, que no grupo pesquisado a Controladoria ainda continua desempenhando suas funções de forma tradicional, ou seja, sem o efetivo emprego das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 que, quando utilizadas, estão restritas ao chamado chão de fábrica. Destarte, as informações geradas pela Controladoria para a alta direção continuam apresentando baixo conteúdo para a geração de novos conhecimentos da organização. Apresenta-se a seguir, novamente, algumas das respostas para a questão 1, transcritas anteriormente, para corroborar o entendimento:

“Eu [na função de controladoria] sou o cara basicamente que eu vou fazer o raio x [da empresa], no sentido que eu [empresa] estou bem, eu [empresa] estou mal aonde”.

“[na função de controladoria sou] guardião das informações relevantes para a tomada de decisão né. Então ele tem que coletar, interpretar uma gama de

informações e prover dados úteis, não simplesmente reportar as informações, mas de repente reportar dados úteis a partir da análise que ele faz dessas informações”.

“[a função da controladoria é] garantir custos de produção, que eles estejam de acordo como que foi orçado para o período, é ..., a gente tem muitas variações, mas a gente, nós temos que interferir junto com a produção para que a gente entenda essas variações e tomar decisões para reduzir essas variações (...) comparação de Budget x Realizado.”

“Controladoria, continuamos fazendo controles (...), os planejamentos e a geração dos *reports*”.

Essa conclusão carrega um conteúdo significativo, dado que a Controladoria foi instituída justamente para o fornecimento de informações à alta direção sobre o desempenho dos processos produtivos e assim apoiar a tomada de decisões. Da pesquisa realizada resta claro que o emprego da tecnologia nas organizações resulta da necessidade de um controle maior nos cada vez mais complexos processos produtivos, consolidando o entendimento das organizações como sistemas, sendo esses com necessidades crescentes de integração para a efetiva obtenção dos resultados estrategicamente planejados. Portanto, a constatação da baixa assimilação das tecnologias da Indústria 4.0 pelos profissionais que exercem funções de controladoria é algo que requer das organizações ações para a superação dessa situação, assim como uma atitude mais proativa dos próprios profissionais na busca de qualificação.

A importância de tal necessidade decorre de o bem de maior valor nos tempos atuais ser a informação, resultando na chamada Era da Informação, dada a ascensão das tecnologias digitais em todos os níveis da vida humana. Como bem destaca Choo (2003, p. 231):

Na construção do conhecimento, as necessidades de informação surgem de lacunas no conhecimento, na compreensão ou nas capacidades de organização. Essas lacunas podem estar na maneira como a organização soluciona um problema ou aproveita uma oportunidade. [...] Lacunas no conhecimento, na compreensão ou nas capacidades podem ser preenchidas de várias maneiras: localizando a experiência ou a especialização dentro da organização, aprendendo ou desenvolvendo as capacidades necessárias, ou transferindo conhecimento de fora da organização. Uma parte importante da elaboração das necessidades de informação é, portanto, descobrir fontes e criar estratégias para aquisição do *know-how* específico.

Por fim, o resultado da presente pesquisa tenciona contribuir para uma divulgação do tema para além das fronteiras do chão de fábrica ao demonstrar que a temática tecnologia permeia todas as etapas dos processos produtivos, desde o chão de fábrica até a gestão e controle na esfera administrativa. Como demonstrado, a Indústria 4.0 resulta da convergência de uma série de tecnologias que não possíveis de serem implementadas, sendo uma ação colaborativa entre todos os integrantes da organização.

O trabalho em equipe, o conhecimento mais amplo dos processos e uma maior qualificação no tema Indústria 4.0 são requisitos necessários para os profissionais implementarem os ganhos desse novo paradigma.

## 5.1 Trabalhos futuros

A temática Indústria 4.0 por si já apresenta elevado grau de contemporaneidade, o que possibilita a exploração de inúmeras oportunidades de pesquisas. Contudo, o tema possui um maior apelo para as áreas produtivas da organização, sendo tratada com baixa intensidade nas áreas de gestão organizacional. A expectativa futura indica uma maior aplicação na área, com possibilidade de explorar temas como:

- a) Emprego de tecnologias de Big Data e Analytics para a exploração do conhecimento residente nos depositórios de dados do ERP, com destaque daqueles destinados aos sistemas financeiro e contábil, assim como para a construção de conhecimento a partir de dados obtidos nas linhas de produção, originados de sensores instalados ao longo dos processos produtivos;
- b) Utilização da computação em nuvem possibilitando o desenvolvimento de sistemas que processam dados e disponibilizam informações em *real time* em qualquer lugar e em qualquer tempo;
- c) Aplicação da integração horizontal e vertical dos sistemas, possibilitando a avaliação dinâmica das relações entre a organização e o ambiente externo;
- d) Emprego de aparelhos digitais para controle de processos em substituição aos relatórios em papel e planilhas eletrônicas, possibilitando o apontamento mais ágil de erros e falhas com a redução de retrabalhos;

- e) Gerenciamento de fatores de risco não possíveis de eliminação, possibilitando uma maior efetividade das medidas de mitigação;
- f) Integração da gestão de custos com os processos produtivos, possibilitando a contabilização automática dos custos em função do desenvolvimento do processo produtivo e avaliação contínua dos resultados;
- g) Intensificação do emprego robôs para as rotinas administrativas, possibilitando a alocação de pessoal para o desempenho de atividades relacionadas com a construção de novos conhecimentos a partir da exploração de novas bases de dados.

As possibilidades de fato são inúmeras, sendo necessário apenas um olhar diferenciado para o futuro e atitudes no presente.

## 5.2 Uma palavra final

O estudo do tema tecnologia e suas aplicações resulta, por vezes, em debates acalorados sobre o futuro da humanidade.

Em reportagem especial do dia 31 de outubro 2019 no Jornal Valor<sup>36</sup>, a repórter Rosemblum apresenta uma entrevista com Yuval Harari onde discorre sobre o risco dos humanos dispensáveis por força dos avanços tecnológicos, o que causa uma profunda reflexão, que aliás já era apresentada em sua obra:

A questão mais importante na economia do século XXI pode bem ser o que fazer com todas as pessoas supérfluas. O que os humanos conscientes farão quando tivermos algoritmos não conscientes e sumamente inteligentes para fazer quase tudo melhor? (HARARI, 2016, p. 321).

Reflexão essa, que há muito já havia sido apresentada por Lisspector (1999, p. 275), ao escrever a crônica “A máquina está crescendo”, publicada em março de 1970:

O homem foi programado por Deus para resolver problemas. Mas começou a criá-los em vez de resolvê-los. A máquina foi programada pelo homem para resolver os problemas que ele criou. Mas ela, a máquina, está começando também a criar problemas que desorientam e engolem o homem. A máquina continua crescendo. Está enorme. A ponto de que talvez o homem deixe de ser uma organização humana. E como perfeição de *ser criado*, só existirá a máquina. *Deus* criou um problema para si próprio. Ele terminará destruindo a

---

<sup>36</sup> ROSEMBLUM, CELIA. O risco dos “humanos dispensáveis”. **Valor Econômico**, São Paulo, 31 out. 2019. Caderno A, p. A1 e A28.

máquina e recomeçando pela ignorância do homem diante da maçã. Ou o homem será um triste antepassado da máquina; melhor o mistério do paraíso.

As transformações não irão ocorrer do dia para a noite, pois nossa história demonstra que a evolução é um processo longo, como bem aponta Dertouzos (1997, p. 337-338):

Também é provável que a verdadeira contribuição da tecnologia da informação à produtividade humana só será percebida depois da passagem de mais de um século, quando o mundo tiver descoberto os modos mais detalhados pelos quais os computadores podem ajudar a realizar ou substituir tarefas humanas.

De fato, retrocessos no emprego da tecnologia têm sido noticiados, como o retorno da mão-de-obra humana na montagem de aviões da gigante norte americana Boeing em substituição aos robôs, anunciado em novembro 2019<sup>37</sup>.

Certo é que a tecnologia é fruto da evolução humana, tornando-se indissociável dessa. Necessário, pois, como sempre ocorreu ao longo da história, reflexão e ação pelo bem de todos, inclusive do planeta e de todos os seres vivos que o habitam, sem o que de nada adiantará a maravilhosa inventividade humana.

---

<sup>37</sup> Boeing's Humans Step In After Robots Fumble 777 Jet Assembly. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-11-13/boeing-s-humans-step-in-after-robots-fumble-assembly-of-777-jets>>. Acesso em 17 nov. 2019.

## REFERÊNCIAS

- ACKOFF, R. L. **Planejamento empresarial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Educativos, 1976.
- ALMEIDA, L. B.; PARISI, C.; PEREIRA, C. A. Controladoria. In: CATELLI, A. **Controladoria**. Uma Abordagem da Gestão Econômica GECON. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015. p. 342-355.
- ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à administração e economia**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- ANTHONY, R. N.; GOVINDARAJAN, V. **Sistemas de controle gerencial [recurso eletrônico]**. Porto Alegre: AMGH, 2011
- ASIMOV, I. **Vida e energia**. São Paulo: Bestseller, 1965
- ASSIS, W. M. **Gestão da informação nas organizações**. Como analisar e transformar em conhecimento, informações captadas no ambiente de negócio. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.
- AVELLAR, A. P. M.; DAMASCENO, A. O.; CARVALHO, L. Panorama da indústria brasileira nos anos 2000. In: VIEIRA, F. V. **Indústria, crescimento e desenvolvimento**. Campinas: Editora Alínea, 2014. p. 13 – 27.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BASKIN, A. B.; KOVÁCS, G.; JACUCCI, G. **Cooperative knowledge processing for engineering design**. [E-Book]. Nova Iorque: Springer Science & Business Media, 1998.
- BEUREN, I. M. O Papel da Controladoria no Processo de Gestão. In: SCHMIT, P. **Controladoria**. Agregando Valor para a Empresa. Porto Alegre: Bookman, 2002. p. 15-38.
- BOLTON, W. **Instrumentação & controle**. São Paulo: Hemus, 1982.
- \_\_\_\_\_. **Engenharia de controle**. São Paulo: Mackron Books, 1995.
- BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**. Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 68-80, jan. 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. **Dispositivos eletrônicos e teoria dos circuitos**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

- BRAUDEL, F. **Civilização material, economia e capitalismo séculos XV-XVIII – Vol. I As Estruturas do Cotidiano**. São Paulo: Martins Fontes, 1995.
- BRUE, S. L.; GRANT, R. R. **História do pensamento econômico**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- BRUEGHEL, P., The Younger. **The Payment of Tithes**. [1620]. Pintura óleo sobre painel. 75 cm x 120 cm. Coleção particular. Disponível em: <<https://www.artcurial.com/sites/default/files/pdf-catalog/2017-09/2657.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2019.
- CAIÇARA JR., C. **Sistemas integrados de ERP**. Uma abordagem gerencial. 2. ed. Curitiba: InterSaber, 2015.
- CALÔBA, G.; KLAES, M. **Gerenciamento de projetos com PDCA**: conceitos e técnicas para planejamento, monitoramento e avaliação do desempenho de projetos e portfólios. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.
- CAPITÃO, C. G.; VILLEMOR-AMARAL, A. E. de. Pesquisa Qualitativa com Estudo de Caso. In: BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. **Metodologias de pesquisa em ciências**: Análises Quantitativa e Qualitativa. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. p. 290 – 309.
- CASTRO, D. P. de. **Auditoria, contabilidade e controle interno no setor público**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Introdução à teoria geral da administração**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2014.
- CHOO, C. W. **A organização do conhecimento**. Como as organizações usam as informações para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2003.
- CLEGG, S. R.; HARDY, C. Organização e Estudos Organizacionais. In: CALDAS, M.; FACHIN, R.; FISHER, T. **Handbook de Estudos Organizacionais**. Modelos de Análise e Novas Questões em Estudos Organizacionais. v. I. São Paulo: Atlas, 1998. p. 27 - 57.
- COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS – CPC. **Pronunciamento técnico CPC 00 (R2)**: Estrutura conceitual para relatório financeiro. Disponível em: <[http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/573\\_CPC00\(R2\).pdf](http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/573_CPC00(R2).pdf)>. Acesso em: 6 fev. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE – CFC. **Resolução nº 1.055**, de 7 de outubro de 2005. Brasília: CFC, 2005.

DERTOUZOS, M. L. **O que será: como o novo mundo da informação transformará nossas vidas**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

DELOITTE AG. **Industry 4.0 challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential Technologies**. Zurich. 2015. Disponível em <<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

DELUMEAU, J. **A civilização do renascimento**. Lisboa: Edições 70, 2017.

DIAMOND, J. M. **Armas, germes e aço**. Os destinos das sociedades humanas. 19. ed. Rio de Janeiro: Record, 2017.

DRUCKER, P. F. **O gerente eficaz**. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

\_\_\_\_\_. **Prática da administração de empresas**. São Paulo: Pioneira, 1981.

\_\_\_\_\_. **Desafios gerenciais para o século XXI**. São Paulo: Pioneira, 1999.

ERBOZ, G. How To Define Industry 4.0: Main Pillars Of Industry 4.0. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT, 7., 2017, Nitra, Slovakia. **Managerial trends in the development of enterprises in globalization era**. Nitra, Slovakia: Slovak University of Agriculture, 2017. p. 761-767. Disponível em: <[https://spu.fem.uniag.sk/fem/ICoM\\_2017/files/international\\_scientific\\_conference\\_icom\\_2017.pdf](https://spu.fem.uniag.sk/fem/ICoM_2017/files/international_scientific_conference_icom_2017.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2019.

ERNST & YOUNG TREINAMENTO CORPORATIVO LTDA. **Maturidade das empresas na era da transformação – 2018**. 2018. Disponível em <[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EYBrasil\\_-\\_Estudo\\_Transformacao\\_Digital\\_2019/\\$File/Empresas\\_na\\_Era\\_da\\_Transformacao\\_EY\\_Brasil.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EYBrasil_-_Estudo_Transformacao_Digital_2019/$File/Empresas_na_Era_da_Transformacao_EY_Brasil.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2019.

FARRIS, P. W. et al. **Métricas de marketing: o guia definitivo de avaliação de desempenho de marketing**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

FAYOL, H. **Administração industrial e geral**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

FERREIRA, J. A. S.; PORTELLA, G. A. **Controladoria: conceitos e aplicações para gestão empresarial**. São Paulo: Saint Paul Editora, 2015.

FERREIRA, W. Demandas tecnológicas mudam os processos de recrutamento. **Valor Econômico**, São Paulo, 27 jun. 2018. Caderno Especial Educação Executiva. p. F2.

FIGUEIREDO, S.; CAGGIANO, P. C. **Controladoria. Teoria e Prática**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

- FILHO, J. R.; LOPES, J; PEDERNEIRAS, M. Uma Visão Teórico-Reflexiva da Teoria da Contabilidade. In: \_\_\_\_\_. **Estudando teoria da contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2009. p. 1-19.
- FISHER, S. R. **História da escrita**. São Paulo: UNESP, 2009.
- FRANCISCHINI, A. S. N.; FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de desempenho**. Dos Objetivos à Ação – Métodos para Elaborar KPIs e Obter Resultados. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.
- FREEMAN, J. B. **Mastodontes – A História da Fábrica e a Construção do Mundo Moderno**. São Paulo: Todavia, 2019
- FREUND, J. E. **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FRUGONI, C. **Invenções da idade média**. Óculos, Livros, Bancos, Botões e Outras Inovações Geniais. Rio de Janeiro: Zahar, 2007.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE, **Mapa da Indústria Paulista 2003-2016**. Disponível em: <[https://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria\\_0404\\_docfinal.pdf](https://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria_0404_docfinal.pdf)>. Acesso em: 6 fev. 2020.
- GAMA, R. **História da técnica e da tecnologia**. São Paulo: TAQ, EDUSP, 1985.
- GARCIA, C. **Controle de processos industriais**. Estratégias Convencionais v. I. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2017.
- GARCIA, R. **Controladoria**. Londrina: UNOPAR, 2014.
- GARRINSON, R. H.; NOREEN, E. W.; BREWER, P. C. **Contabilidade gerencial**. 14. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- GIACHETTI, C. **Smartphone start-ups**. Navigation the iPhone Revolution. [E-book]. Reino Unido: Palgrave Macmillan, 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989
- GIMPEL, J. **A Revolução industrial da Idade Média**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para tomada de decisão**. Enfoque Multicritério. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GONÇALVES, R. C. M. G.; RICCIO, E. L. **Sistemas de informação**. Ênfase em Controladoria e Contabilidade. São Paulo: Atlas, 2009.
- GOSULA, V.; OLIVEIRA, R. A quarta revolução industrial já começou? **Valor Econômico**, São Paulo, 25 jun. 2019. Caderno A, p. A14.
- GROOVER, M. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

- GUERRINI, F. M. et al. **Modelagem da organização**: uma modelagem integrada. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- HAGEMANN, B.; MAYOL, F. É hora de repensar a força de trabalho. **Valor Econômico**, São Paulo, 08 ago. 2019. Caderno A, p. A18.
- HAIR JR., J. F. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HAMPTON, D. R. **Administração contemporânea**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.
- HARARI, Y. N. **Homo Deus**. Uma breve história do amanhã. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.
- \_\_\_\_\_. **Sapiens**. Uma Breve História da Humanidade. 46. ed. Porto Alegre: L&PM, 2019.
- HARVARD BUSINESS REVIEW. **Medindo o desempenho empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- HENDERSON, W. O. **A revolução industrial 1780 – 1914**. Lisboa: Editorial Verbo, 1969.
- HENDRIKSEN, E. S.; BREDÁ, M. F. V. **Teoria da contabilidade**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- HODGETT, G. A. J. **História social e econômica da Idade Média**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **A ciência da fábrica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- HORNGREN, C. T. **Introdução à contabilidade gerencial**. Rio de Janeiro: PHB, 1985.
- HOROWITZ, P.; HILL, W. **A arte da eletrônica: circuitos eletrônicos e microeletrônica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.
- HU, F. **Cyber-physical systems** Integrated Computing and Engineering Design. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014.
- HURT, R. L. **Sistemas de informações contábeis**. Conceitos Básicos e Temas Atuais. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Agência de notícias IBGE. **Produção industrial recua 0,7% em dezembro e fecha 2019 com queda acumulada de 1,1%**. Disponível em <

noticias/releases/26780-producao-industrial-recua-0-7-em-dezembro-e-fecha-2019-com-queda-acumulada-de-1-1>. Acesso em 05 fev. 2020.

INSTITUTO EUVALDO LODI - IEL. **Síntese dos resultados. Tecnologias disruptivas e indústria**: situação atual e avaliação prospectiva. v. 1-2. Brasília: IEL/NC, 2018.

IVANOV, D. et al. **A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0**. Annual Reviews in Control, v. 46, p. 134-147, 2018. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/journal/annual-reviews-in-control/vol/46/suppl/C>>.

Acesso em: 14 set. 2019.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. **Administração da produção e de operações**. O Essencial. Porto Alegre: Bookman, 2009.

JENNER, Greg. **Um milhão de anos em um dia**: uma curiosa história sobre o cotidiano da vida desde a idade da pedra até a era do smartphone. São Paulo: LeYa, 2015.

JONES, G. R. **Teoria das organizações**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Frankfurt: Acatech – National Academy of Science and Engineering, 2013.

KANITZ, S. C. **Controladoria**. Teoria e Estudos de Casos. São Paulo: Pioneira, 1976.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação**. Balanced Scorecard. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

KELLY, K. **Para onde nos leva a tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

KNIGHT, F. H. **Risco, incerteza e lucro**. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1972.

KONDRATIEFF, N. D. The long waves in economic life. **Review of Economics and Statistics**. v. 17, n. 6, p. 105-115, nov. 1935.

KOONTZ, H; WEHRICH, H.; CANNICE, M. **Administração**: Uma Perspectiva Global e Empresarial. 13. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009

LALOUX, F. **Reinventando as organizações**: um guia prático para criar organizações inspiradas no próximo estágio da consciência humana. Curitiba: Voo, 2017.

LAMB, F. **Automação industrial na prática**. [Recurso Eletrônico]. Porto Alegre: AMGH, 2015.

- LANDES, D. S. **Prometeu desacorrentado** Transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental, de 1750 até os dias de hoje. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- LANGANEY, A. et al. **A mais bela história do homem**: de como a Terra se tornou humana. Rio de Janeiro: DIFEL, 2002.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- LÉVÊQUE, P. **As primeiras civilizações**. Da Idade da Pedra aos povos semitas. Lisboa: Edições 70, 2018.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LISPECTOR, C. **A descoberta do mundo**. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.
- LU, Y. **Industry 4.0**: A survey on technologies, applications and open research issues. Journal of Industrial Information Integration, v 6, p. 1-10, Jun. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-industrial-information-integration/vol/6/suppl/C>>. Acesso em: 14 set. 2019.
- LUZ, G. B. da; KUIAWINSKI, D. L. **Mecanização, automação e automação**: uma revisão conceitual e crítica. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/1210.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1210.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2019.
- MACHADO, A. **Comando numérico aplicado às máquinas-ferramentas**. São Paulo: Ícone, 1990.
- MAHLMEISTER, A. L. Parcerias com startups ajudam a melhorar a eficiência. **Revista Valor Especial Inovação**, São Paulo, 31 out. 2018. p. 24-28.
- MARR, B. **Key performance indicators**. The 75 measures every manager need to know. Grã-Bretanha: FT Publishing, 2012.
- MARTIN, J. **A grande transição**: usando as sete disciplinas da engenharia da empresa para reorganizar pessoas, tecnologia e estratégia. São Paulo: Futura, 1996.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**. Da revolução urbana à revolução digital. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo**: do Neolítico à crise contemporânea. São Paulo: UNESP, 2010.
- MINOIS, G. **História do futuro**. Dos Profetas à Prospectiva. São Paulo: Unesp, 2016.

- MINTZBERG, H. **Criando organizações eficazes.** Estruturas em cinco configurações. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MIRANDA, L. C.; SILVA, J. D. G. Medição de Desempenho. In: SCHMIT, P. **Controladoria.** Agregando Valor para a Empresa. Porto Alegre: Bookman, 2002. p. 131-153.
- MLODINOW, L. **De primatas a astronautas:** a jornada do homem em busca do conhecimento. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.
- MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. de L. **Engenharia de automação industrial.** 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva.** Ijuí: Unijuí, 2007.
- MORGAN, G. **Imagens da organização.** São Paulo: Atlas, 2000.
- MULLER, J. Z. **The tyranny of metrics.** New Jersey: Princeton University, 2018.
- NAKAGAWA, M. **Introdução à controladoria.** Conceitos, Sistemas e Implementação. São Paulo: Atlas, 1993.
- NASCIMENTO, A. M.; REGINATO, L. **Controladoria.** Instrumento de Apoio ao Processo Decisório. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- NETO, A. A. **Estruturas e análise de balanços.** Um Enfoque Econômico-Financeiro. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- NEVES, E. C.; FIGUEIROA, C. C. Gestão de Riscos. In: CARVALHO, A. C.; BERTOCCELLI, R. de P.; ALVIM, T. C.; VENTURINI, O. **Manual de compliance.** Rio de Janeiro: Forense, 2019. p. 21-35.
- NEWMAN, W. H. **Ação administrativa.** As Técnicas de Organização e Gerência. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1981.
- NOF, S. Y. **Springer handbook of automation.** Würzburg, Germany: Springer, 2012
- PADOVEZE, C. L. **Controladoria.** Estratégica e Operacional. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.
- \_\_\_\_\_. **Sistemas de informações contábeis.** Fundamentos e Análise. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- PADOVEZE, C. L; BERTOLUCCI, R. G. **Gerenciamento do risco corporativo em controladoria.** Enterprise Risk Management (ERM). 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- PARMENTER, D. **Key performance indicators.** Developing, Implementing, and using Winning KPIs. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2010.
- PEDREIRA, J. L. B. **Finanças e demonstrações financeiras da companhia.** Conceitos Fundamentais. Rio de Janeiro: Forense, 1989.

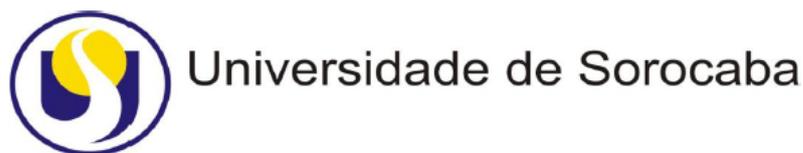
- PELEIAS, I. R.; NANNI, L. C. C.; MOURA, C. A. O Processo de Planejamento e a Controladoria. **Revista Brasileira de Contabilidade**, Brasília, ano XX, n. 77, p. 61-67, out./dez.1991.
- PETERS, M. R. S. **Controladoria internacional**. Incluindo: Sarbanes Oxley Act e USGAAP. 2. ed. São Paulo: DVS, 2004.
- PETRUZELLA, F. D. **Controladores lógicos programáveis**. [Recurso Eletrônico]. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- PINSKY, J. **As primeiras civilizações**. 25. ed. São Paulo: Contexto, 2018.
- PINTO, A. V. **O conceito de tecnologia**. Volume I. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.
- POLANYI, K. **A grande transformação: as origens da nossa época**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- POPKOVA, E. G.; RAGULINA, Y. V.; BOGOVIZ, A. V. Fundamental Differences of Transition to Industry 4.0 from Previous Industrial Revolutions. In \_\_\_\_\_. **Industry 4.0: industrial revolution of the 21st century**, Studies in Systems, Decision and Control 169. Switzerland: Springer International Publishing AG, 2018, p. 21-29.
- RAINER Jr., KELLY R.; CEGIELSKI, C. G. **Introdução a sistemas de informação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- REED, M. Teorização Organizacional: Um Campo Historicamente Contestado. In: CALDAS, M.; FACHIN, R.; FISHER, T. **Handbook de estudos organizacionais**. Modelos de Análise e Novas Questões em Estudos Organizacionais. v. I. São Paulo: Atlas, 1998. p. 61 - 98.
- REZENDE, D. A.; ABREU, A. F. **Tecnologia da informação**. Aplicada a Sistemas de Informação. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- ROSEMBLUM, C. O risco dos “humanos dispensáveis”. **Valor Econômico**, São Paulo, 31 out. 2019. Caderno A, p. A1 e A28.
- ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: Tecnologia e economia**. São Paulo: Editora da UNICAMP, 2006.
- ROSINI, A. M.; PALMISANO, A. **Administração de sistemas de informação e a gestão do conhecimento**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- RÜßMANN, M. et al. **Industry 4.0**. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group. 2015. Disponível em: <[http://image-src.bcg.com/Images/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm15-61694.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm15-61694.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2017.

- SACOANO, J. B; et al. **Indústria 4.0** – Conceitos e Fundamentos. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2018.
- SAMUELSON, P. A.; NORDHAUS, W. D. **Economia**. 19. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.
- SANTOS, C. A difícil recuperação do terreno perdido. **Revista Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 11, p.38-49, nov. 2018.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.
- \_\_\_\_\_. **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.
- SCHYMURA, L. G. Produtividade, informalidade e incerteza política: o que contam os indicadores? **Revista Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 74, n. 01, p.6-9, jan. 2020.
- SHAPIRO, R. J. **A previsão do futuro**. Como as novas potências transformarão os próximos 10 anos. Rio de Janeiro: Best Business, 2010.
- SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Business intelligence e análise de dados para gestão do negócio**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- SIEMENS, A. G. **Instrumentação industrial**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1976.
- SILVA, B. **Taylor e Fayol**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1965.
- SILVA, E. B; et al. **Automação & Sociedade** - Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.
- SIMON, H. A. **Comportamento administrativo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1971.
- SIQUEIRA, I. P. de. **Indicadores de desempenho de processos de planejamento**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JONHSTON, R. **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- SMITH, A. **A Riqueza das nações**. Os Economistas – v. I. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- SOLOMAN, S. **Sensores e sistemas de controle na indústria**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

- STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. **Princípios de sistemas de informação**. Uma Abordagem Gerencial. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- STEVAN Jr, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0**. Fundamentos, Perspectivas e Aplicações. São Paulo: Érica, 2018.
- SUNDER, S. **Teoria da contabilidade e do controle**. São Paulo: Atlas, 2014.
- TAIICHI, O. **Gestão dos postos de trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- TAYLOR, F. W. **On the art of cutting metals**. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 1906.
- TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- TURBAN, E.; VOLONINO, L. **Tecnologia da informação para gestão: em busca do melhor desempenho estratégico e operacional**. 8. ed. São Paulo: Bookman, 2013.
- USHER, Abbott Payson. **Uma história das invenções mecânicas**. Campinas: Papirus, 1993.
- VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- WAZLAWICK, R. S. **História da computação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- WEBER, M. **Ensaio de Sociologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1982.
- WENTWORTH, S. M. **Eletromagnetismo Aplicado - Abordagem Antecipada das Linhas de Transmissão**. [Recurso Eletrônico]. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- WIENER, N. **Cibernética e sociedade**. O uso humano de seres humanos. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1968.
- WORLD ECONOMIC FORUM, **Technology and innovation for the future of production: accelerating value creation**. White Paper. 2017. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_White\\_Paper\\_Technology\\_Innovation\\_Future\\_of\\_Production\\_2017.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Technology_Innovation_Future_of_Production_2017.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2019.
- WRIGHT, R. **Uma breve história do progresso**. Rio de Janeiro: Record, 2007.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- YIN, Y.; STECKE, K. E.; LI, D. **The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0**. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2017.1403664>>. Acesso em: 29 set. 2019.

ZWICKER, R.; SOUZA, C. A. Sistemas ERP: Conceituação, Ciclo de Vida e Estudos de Casos Comparados. In: SOUZA, C. A.; SACCOL, A. Z. **Sistemas ERP no Brasil** (Enterprise Resource Planning). Teoria e Casos. São Paulo: Atlas, 2003. p. 63-87.

## APÊNDICE A – TCLE



### TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) Sr(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) desta pesquisa. A sua participação não é obrigatória e, a qualquer momento, poderá desistir e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador (a) ou com a Instituição.

O(a) Sr(a) assinará duas vias originais deste termo, onde constam o telefone e endereço do pesquisador(a) responsável e equipe de pesquisa, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação. Uma via ficará com o(a) Sr(a) e a outra ficará conosco.

**TÍTULO DA PESQUISA:** Estudo de caso sobre a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 por um grupo de Controllers de empresas industriais de Sorocaba nos sistemas de avaliação de performance da organização.

**PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL:** Prof. João Roberto Rezende

**ENDEREÇO:** Rua Paulino Faria, 442 – Sorocaba/SP

**TELEFONE:** (15) 99774-2105

**PESQUISADOR PARTICIPANTE:** Prof. Dr. Rogério Augusto Profeta

**ENDEREÇO:** Rod. Raposo Tavares, km. 92,5 – Sorocaba/SP

**TELEFONE:** (15) 2101-7000

**OBJETIVOS:** Verificar a existência de aplicações efetivas de tecnologias da Indústria 4.0 nos sistemas de avaliação de performance organizacional ou de planos futuros para a adoção dessas tecnologias, assim como a maturidade dos Controllers do tema Indústria 4.0.

**PROCEDIMENTOS DO ESTUDO:** Revisão bibliográfica conduzida pelo pesquisador e realização de um Estudo de Caso, tendo a entrevista como forma de levantamento de dados com o participante da pesquisa para a consecução dos objetivos propostos.

**RISCOS, DESCONFORTOS E COMO O PARTICIPANTE SERÁ ATENDIDO NESTE CASO:**

No Brasil, toda a pesquisa envolvendo seres humanos está subordinada a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, que é uma comissão do Conselho Nacional de Saúde – CNS, e possui como atribuição a avaliação dos

Estudo de caso sobre a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 por um Grupo de Controllers de empresas industriais de Sorocaba nos sistemas de avaliação de performance da organização.  
Pesquisador Responsável: João Roberto Rezende – (15) 99774-2105

## APÊNDICE A – TCLE – Continuação



### Universidade de Sorocaba

aspectos éticos das pesquisas. Para tanto, elabora e atualiza as diretrizes e normas para a proteção dos participantes de pesquisa, coordenando uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) das instituições, para avaliar e acompanhar os protocolos de pesquisa. Assim, atua de forma conjunta com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP – da UNISO.

Portanto, esta pesquisa está subordinada à aprovação do CEP/UNISO, buscando garantir e resguardar a integridade e os direitos dos voluntários participantes da pesquisa, além de receber denúncias e requerer a sua apuração. O CEP/UNISO está localizado no Campus da UNISO, Rod. Raposo Tavares, km. 92,5, Sorocaba/SP, com telefone para contato número (15) 2101-7085, disponível nos seguintes dias e horários: Segunda-feira - das 9h às 12h30; Quarta-feira - das 13h30 às 16h e Sexta-feira - das 9h às 12h30.

De acordo com a Resolução 466, da CONEP, de 12 de dezembro de 2012, em seu artigo V: "Toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e gradações variados. Quanto maiores e mais evidentes os riscos, maiores devem ser os cuidados para minimizá-los e a proteção oferecida pelo Sistema CEP/CONEP aos participantes. Devem ser analisadas possibilidades de danos imediatos ou posteriores, no plano individual ou coletivo. A análise de risco é componente imprescindível à análise ética, dela decorrendo o plano de monitoramento que deve ser oferecido pelo Sistema CEP/CONEP em cada caso específico."

Ainda de acordo com a mesma Resolução, em seu inciso II.22, define-se o risco da pesquisa como "possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente".

Esta pesquisa será realizada com seres humanos e não em seres humanos, única e exclusivamente no contexto da administração de organizações industriais de Sorocaba, tomando o Controller como participante da pesquisa, utilizando um instrumento de entrevista semi estruturada para a consecução dos objetivos estabelecidos. O tema é campo de amplo estudo do pesquisador responsável, assim como é campo de atuação profissional do participante da pesquisa, o que possibilita uma profícua troca de experiências e conhecimentos.

## APÊNDICE A – TCLE – Continuação



Universidade de Sorocaba

Assim, não configura a presente no universo das pesquisas clínicas e seus métodos experimentais biomédicos, não se executa qualquer tipo de intervenção ou alteração intencional nas variáveis psicológicas, sociais e fisiológicas daqueles que participam do presente estudo, não se relacionando com questões bioéticas. Trata-se, de fato, do emprego de Estudo de Caso no contexto das ciências humanas e sociais, com a utilização da Entrevista Semi Estruturada. Embora seja presencial, em nenhum momento desta pesquisa haverá intervenção ou interação física para a obtenção dos dados e informações, exceto aquelas orientadas à boa educação, como o aperto de mãos e cumprimentos. Excluídos, portanto, os riscos ordem física envolvendo os participantes da pesquisa.

A análise de riscos elaborada, excluídos os riscos de ordem física, está alinhada com os normativos legais do Sistema CEP/CONEP, com destaque para a Resoluções n. 466, de 12 de dezembro de 2012 e n. 510, de 07 de abril de 2016, subsidiada ainda no "Manual de Orientação: Pendências Frequentes em Protocolos de Pesquisa Clínica", elaborado pelo Conselho Nacional de Saúde, Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP/CNS/MS), disponibilizados no site do Conselho Nacional de Saúde.

Com essa delimitação, o pesquisador responsável avaliou e buscou, ao máximo, evitar ou reduzir os riscos de ordem não física que podem impactar negativamente o participante da pesquisa, com foco naqueles previsíveis e relacionados a dimensões psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual, que teórica e probabilisticamente apresentem relações com as questões que integram o Instrumento de Entrevista Semi Estruturada. Foram considerados os seguintes riscos: não compreensão das questões, desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante a gravação de áudio, cansaço, inibição, preocupação com a quebra de sigilo, invasão de privacidade e questionamentos fora do contexto da pesquisa.

Avaliados por meio da cuidadosa leitura do texto do roteiro do Instrumento de Entrevista Semi Estruturada, das palavras empregadas e sua estrutura, em dimensões de probabilidade de ocorrência, impacto sobre o participante da pesquisa e orientação de ações, esses riscos foram graduados em nível mínimo, o que caracteriza a pesquisa como admissível, permitindo seu prosseguimento. Mesmo que mínimos, os riscos contemplam medidas para mitigação.

Estudo de caso sobre a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 por um Grupo de Controllers de empresas industriais de Sorocaba nos sistemas de avaliação de performance da organização.

Pesquisador Responsável: João Roberto Rezende – (15) 99774-2105

Página 3 de 6

## APÊNDICE A – TCLE – Continuação



### Universidade de Sorocaba

Com essa graduação, os riscos foram e serão tratados com as seguintes ações de mitigação: 1) participação do pesquisador em todas as etapas do projeto, desde de sua concepção até a pesquisa com a entrevista, para domínio do tema e correta construção e condução da entrevista; 2) estabelecimento de uma relação educada, harmoniosa e respeitosa com todos os envolvidos, direta e indiretamente, na entrevista; 3) utilização de palavras e expressões claras e objetivas, além de próprias do tema pesquisado para a construção das questões e realização da entrevista; 4) não emprego de palavras e expressões que caracterizem-se como chulas, ofensivas, desrespeitosas, dúbias, invasivas ou que ensejem manifestações estranhas aos objetivos da pesquisa durante a entrevista; 5) elaboração cuidadosa e criteriosa do TCLE e correta aplicação no início da entrevista, com sua leitura integral e esclarecimento de dúvidas do participante da pesquisa; 6) emprego preponderante da língua portuguesa e utilização eventual de termos em inglês para especificidades próprias do tema em estudo, com a livre manifestação de dúvidas e questionamentos; 7) prévio esclarecimento aos participantes da pesquisa quanto aos objetivos do estudo e sua relevância/benefícios por meio do TCLE; 8) acesso exclusivo da equipe de pesquisa à integralidade dos materiais originados, como gravações de áudio e o Instrumento de Pesquisa Semi Estruturado, assegurando que os mesmos serão mantidos em condições de sigilo, confidencialidade e anonimato durante todas as fases da pesquisa, assegurando, também, a anonimização dos registros da pesquisa, por meio da utilização de código numérico, para análise e publicação do conjunto de dados da pesquisa, com guarda exclusiva pelo pesquisador responsável dos materiais originados; 9) construção e direcionamento das questões, quando fora das previamente estabelecidas no Instrumento de Entrevista Semi Estruturada, exclusivamente para o maior e melhor esclarecimento do tema da pesquisa, observado o estabelecido nos itens anteriores; 10) garantir que o participante da pesquisa pode retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade; 11) não imposição de tempos mínimos ou máximos para a realização da pesquisa; 12) emissão do TCLE em duas vias assinadas pelo participante da pesquisa e o pesquisador responsável, devidamente rubricadas em todas as suas páginas, sendo uma entregue no momento inicial da pesquisa para o participante e uma para arquivo do pesquisador responsável; 13)

Estudo de caso sobre a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 por um Grupo de Controllers de empresas industriais de Sorocaba nos sistemas de avaliação de performance da organização.

Pesquisador Responsável: João Roberto Rezende – (15) 99774-2105

Página 4 de 6

## APÊNDICE A – TCLE – Continuação



Universidade de Sorocaba

minimização dos desconfortos, utilizando local aprazível, com liberdade para não responder questões constrangedoras.

**BENEFÍCIOS:** Obtenção de informações que possibilitam a compreensão do nível de utilização das tecnologias da Indústria 4.0 em um grupo de Controllers de empresas industriais de Sorocaba, contribuindo para o conhecimento da efetividade da adoção dessas tecnologias e suas diversas aplicações, além do domínio do tema pelo grupo. Com a divulgação dos resultados da pesquisa ocorre a apresentação às organizações em geral das possibilidades de emprego das tecnologias da Indústria 4.0 para a melhoria dos sistemas de avaliação de performance organizacional.

**CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE:** Não há previsão de custos e reembolsos para os participantes da pesquisa.

**CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA:** O conteúdo da entrevista não será divulgado publicamente, sendo utilizado unicamente como subsídio para os objetivos da presente pesquisa. É de acesso exclusivo da equipe de pesquisa a integralidade dos materiais originados, como gravações de áudio e o Instrumento de Pesquisa Semi Estruturado, assegurando que os mesmos serão mantidos em condições de sigilo, confidencialidade e anonimato durante todas as fases da pesquisa, assegurando também, a anonimização dos registros da pesquisa, por meio da utilização de código numérico, para análise e publicação do conjunto de dados da pesquisa, com guarda exclusiva pelo pesquisador responsável dos materiais originados

A qualquer momento, se for de seu interesse, o participante da pesquisa pode ter acesso a todas as informações obtidas a seu respeito. Ao final do estudo será informado sobre os principais resultados e conclusões obtidos.

**Assinatura do Pesquisador Responsável:**

---

**João Roberto Rezende**

## APÊNDICE A – TCLE – Continuação



Universidade de Sorocaba

### TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPANTE DA PESQUISA

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, declaro que li as informações contidas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do projeto intitulado "*Estudo de caso sobre a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 por um grupo de Controllers de empresas industriais de Sorocaba nos sistemas de avaliação de performance da organização*", que tem como pesquisador(a) responsável Prof. João Roberto Rezende e equipe de pesquisa Prof. Dr. Rogério Augusto Profeta e fui devidamente informado(a) dos procedimentos que serão utilizados, riscos e desconfortos, benefícios, custo/reembolso dos participantes, confidencialidade da pesquisa e concordo em participar.

Foi garantido ao participante da pesquisa:

- Que todas as informações obtidas a seu respeito neste estudo, serão analisadas em conjunto com as de outros participantes, não sendo divulgada a sua identificação ou de outros participantes em nenhum momento;
- Que pode retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade;
- A qualquer momento, se for de seu interesse, pode ter acesso a todas as informações obtidas a seu respeito;
- Quando o estudo for finalizado, será informado sobre os principais resultados e conclusões obtidos neste estudo.

Declaro que recebi uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e concordo em participar da pesquisa.

Sorocaba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

#### **NOME E ASSINATURA DO PARTICIPANTE DA PESQUISA:**

Nome por extenso:

Assinatura:

**APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO PARA USO IMAGEM****Universidade de Sorocaba****AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM**

Eu, \_\_\_\_\_,  
RG \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, autorizo  
gravação da minha imagem (voz) como parte da coleta de dados do projeto  
intitulado "*Estudo de caso sobre a utilização de tecnologias da Indústria 4.0 por  
um Grupo de Controllers de empresas industriais de Sorocaba nos sistemas de  
avaliação de performance da organização*", que tem como pesquisador  
responsável João Roberto Rezende e equipe de pesquisa Prof. Dr. Rogério  
Augusto Profeta.

Declaro ainda que fui informado que as imagens (vozes) serão utilizadas  
somente para fins de estudo entre os pesquisadores envolvidos, não havendo  
divulgação em outros meios, garantindo a preservação e o sigilo.

Sorocaba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**NOME E ASSINATURA DO PARTICIPANTE OU RESPONSÁVEL:**

Nome por extenso: \_\_\_\_\_

Assinatura:

## APÊNDICE C – INSTRUMENTO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

### INSTRUMENTO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

#### Dados de Caracterização

**Identificação Nº:**                      **Data:**                                      **Hora Início:**

Idade:    Sexo:

Empresa:

Ramo de Atividade da Organização:

Matriz Estrangeira: ( ) Sim, País:                                      ( ) Não

Função que exerce na Organização:

Tempo de Trabalho na Organização:

Tempo de Trabalho na Organização na função de Controller:

Tempo de Experiência na função de Controller:

#### **Formação:**

Formação acadêmica:

Pós-Graduação? Sim ( ) Não ( ) Qual?

Última capacitação realizada e ano:

#### **Questões**

##### **A) Relevância da função e dos indicadores**

- 1) De maneira geral, quais são as funções/responsabilidades do Controller? Na atual organização, quantos profissionais atuam na Controladoria? Qual é sua alocação na hierarquia da organização?
- 2) As informações fornecidas fornecem subsídios para ações e/ou decisões na organização? Quais tipos de decisões?
- 3) Para a avaliação da performance organizacional, quais são os indicadores sistematicamente empregados e como são analisados/avaliados? Como são definidos/selecionados? Quais são os orientadores/direcionadores?
- 4) Como são instituídos novos indicadores?

##### **B) Coleta dos dados**

5) Como são coletados os dados utilizados para a geração dos indicadores em geral? Qual o nível de participação das pessoas e como isso ocorre? Quais são os sistemas de gestão/ TI – Tecnologia da Informação – utilizados pela organização e como estão integrados?

6) Quais as dificuldades principais para a obtenção dos dados?

### **C) Processamento dos dados e divulgação dos indicadores**

7) Como os dados são centralizados/armazenados e processados para a obtenção dos indicadores? Quais são os processos/sistemas – TI – empregados?

8) Quais as dificuldades principais para o processamento dos dados?

9) Quais são as formas de divulgação dos indicadores/relatórios e qual é periodicidade? Para quem são dirigidos?

### **D) Avaliação dos indicadores**

10) Como ocorre o processo de avaliação dos indicadores pelas áreas específicas e pela organização de maneira geral? Como os indicadores são avaliados em termos de bom ou ruim?

11) Qual é a maior dificuldade relacionada ao uso de indicadores para a avaliação da performance da organização?

12) Qual é o efeito motivador que os indicadores possuem sobre os colaboradores que atuam no processo avaliado? Quais são os retornos motivacionais?

13) Quais as dificuldades principais para a avaliação dos indicadores de desempenho organizacional por seus usuários?

### **E) Relação do Profissional com a Indústria 4.0**

14) A Indústria 4.0 está fundamentada em um ecossistema integra uma série de tecnologias. Os pilares que integram este ecossistema são: Big Data e Data Analytics; Robôs Autônomos; Simulação (construção de estruturas virtuais); Integração Vertical e Horizontal de Sistemas; Internet das Coisas; Segurança Cibernética; Computação em Nuvem; Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada. Em seu processo produtivo, a organização emprega os conceitos e tecnologias da Ind4.0? Algumas delas são utilizadas no processo de construção dos indicadores de performance pela organização? Caso positivo, como são utilizadas? Caso negativo, quais seriam os motivos?

15) Como o tema Indústria 4.0 está sendo tratado na organização? Há alguma ação institucional sobre o tema na organização?

16) Como profissional em Controladoria, como o Sr. está tratando particularmente o tema Indústria 4.0? Há alguma ação que envolva o tema, como participação em cursos, treinamentos, seminários simpósios ou outros?

17) Quais as suas perspectivas/potencialidades para a utilização das tecnologias do ecossistema da Indústria 4.0, para possibilitar a melhoria nos sistemas de coleta de dados, processamento e avaliação dos indicadores de performance da organização?

18) O Sr. deseja fazer algum comentário final?

**Muito obrigado!**

**Hora Término:**