

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**VINÍCIUS MARTINS SOUZA**

**ERP E A INDÚSTRIA 4.0:**  
**Evolução do ERP para a integração com tecnologias 4.0.**

**São Leopoldo**  
**2021**

VINÍCIUS MARTINS SOUZA

**ERP E A INDÚSTRIA 4.0:  
Evolução do ERP para a integração com tecnologias 4.0.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Administração de Empresas, pelo Curso de Administração da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientadora: Dra. Amarolinda Zanela Klein

São Leopoldo

2021

Dedico este TCC primeiramente à Deus, à minha mãe Suzana e meu pai Rodolfo que me deram amor, à Rosalina de Almeida que fez parte da minha formação como criança, e minha orientadora Dra. Amarolinda Klein.

## RESUMO

A integração dos sistemas de gestão integrada (*Enterprise Resource Planning*, ou ERP) com tecnologias da Indústria 4.0 precisa fornecer resultados positivos para as empresas adotantes. O presente estudo teve como objetivo compreender como os sistemas ERP estão sendo adaptados para a Indústria 4.0 no contexto brasileiro. Trata-se de um estudo qualitativo, através de um estudo de caso em uma empresa de consultoria de sistemas ERP que fornece licenciamento e implantação desses sistemas. O conjunto de dados analisados foi composto por documentos como especificações funcionais de customizações realizadas nos clientes, manuais do sistema ERP, entrevistas com consultores de sistema ERP, os quais participaram direta ou indiretamente do processo de implantação destas integrações. Os resultados da pesquisa apontam que a tecnologia de Internet das Coisas (IoT) foi a mais implementada com sistemas ERP, seguida pela Impressão 3D e Realidade Virtual. Nessas implantações, houve diversos desafios, pontos positivos e negativos obtidos com as integrações. Conclui-se que a integração do ERP com tecnologias da indústria 4.0 pode trazer diversos benefícios às empresas adotantes, sendo a IoT uma boa alternativa para integrar, com o sistema ERP, equipamentos, sensores, chips entre outras tecnologias que podem favorecer a melhoria dos processos empresariais.

**Palavras-chave:** Sistemas ERP; Indústria 4.0; Internet das Coisas; Máquina-para-Máquina (M2M).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo de processos.....	16
Figura 2 - Balança industrial para caminhões .....	46
Figura 3 - Leitor de código de barras .....	46
Figura 4 - Sensor Cartão e Chaveiro p/ Arduino RFID.....	46
Figura 5 - Arduino Mega .....	47
Figura 6 – Esteira Transportadora.....	47
Figura 7 – Injetora de Plástico.....	48
Figura 8 - Impressora 3D Creality 3D® - Placa de 32 Bits .....	48
Figura 9 - Óculos Realidade Virtual 3D.....	49

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Tecnologias integradas ao ERP. ....	38
Gráfico 2 - Áreas organizacionais citadas na entrevista .....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo das Tecnologias da Indústria 4.0 .....	30
Quadro 2 – Abordagem das entrevistas.....	34
Quadro 3 - Classificação de porte conforme o BNDES.....	41
Quadro 4 - Desafios ao integrar tecnologias 4.0 ao ERP.....	44
Quadro 5 - Pontos positivos e negativos e suas tecnologias correspondentes.....	52
Quadro 6 - Níveis de adoção das tecnologias no mercado brasileiro.....	53
Quadro 7 - Resumo dos fatores motivadores e barreiras.....	56

## LISTA DE SIGLAS

3D	Três Dimensões.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Add-on	Programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores.
CEO	Chief Executive Officer
CIO	Chief Information Officer
CLP	Controlador Lógico Programável
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CPS	Cyber Physical System
CRM	Customer Relationship Management.
CTO	Chief Technology Officer
ECC	Enterprise Core Competence
ERP	Enterprise Resource Planning
IoT	Internet das Coisas.
ITM	Information Technology Manager
M2M	Machine-to-Machine.
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusets.
MRP	Material Requirement Planning.
PETI	Planejamento Estratégico de Tecnologia da Informação.
RFID	Radio-Frequency IDentification (Identificação por rádio frequência).
RV	Realidade Virtual.
SCM	Supply Chain Management.
SI	Sistema de Informação.
TI	Tecnologia da Informação.
VAN	Value Added Network



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 GESTÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 SISTEMAS ERP.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (INDÚSTRIA 4.0).....</b>	<b>22</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO .....</b>	<b>36</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 INTEGRADAS AO ERP .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 PORTE E RAMO DAS EMPRESAS ADOTANTES .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3 BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NAS EMPRESAS ADOTANTES.....</b>	<b>41</b>
<b>4.4 OBJETOS E/OU EQUIPAMENTOS INTEGRADOS.....</b>	<b>46</b>
<b>4.5 IMPACTO NOS CLIENTES E FORNECEDORES DAS EMPRESAS ADOTANTES.....</b>	<b>49</b>
<b>4.6 PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DAS INTEGRAÇÕES .....</b>	<b>50</b>
<b>4.7 NÍVEL DE ADOÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MERCADO BRASILEIRO.....</b>	<b>52</b>
<b>4.8 FATORES MOTIVADORES E BARREIRAS FRENTE AO NÍVEL DE ADOÇÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE I – ROTEIRO DE ENTREVISTA.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE II – ENTREVISTAS .....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da Tecnologia da Informação (TI) no mundo, as empresas hoje em dia contam com uma infinidade de ferramentas que as ajudam a obter um crescimento no mercado, uma maior produtividade nos processos e otimização do trabalho, assim como a prevenção de riscos e melhores resultados.

Uma evolução acentuada no uso da TI vem ocorrendo com o avanço da Indústria 4.0. De acordo com Hermann et al. (2015), a Indústria 4.0 é um termo que se refere a tecnologias e conceitos de organização da cadeia de valor, ressaltando ainda que nas fábricas inteligentes, estruturadas modularmente da Indústria 4.0, os sistemas ciber-físicos (CPS) monitoram os processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas. Claramente essas decisões, por mais “sábias” e providas de informações que sejam, por vezes podem ter um acompanhamento humano, já que, independentemente de serem descentralizadas, podem causar impactos positivos ou negativos na organização como um todo.

O autor complementa que é através das tecnologias de Internet das Coisas (IoT) que os sistemas CPS se comunicam e cooperam entre si e com os seres humanos em tempo real, e por meio da IoT os serviços internos e intraorganizacionais são oferecidos e utilizados pelos participantes da cadeia de valor (HERMANN et al., 2015).

Isso nos faz refletir sobre inúmeras possibilidades que as empresas brasileiras podem aproveitar destas tecnologias 4.0, para aumento e otimização de resultados e ganhos, em todos os setores organizacionais, para qualquer ramo empresarial. Porém, apesar de estarmos presenciando atualmente a quarta revolução industrial, o mundo já presenciou diversas revoluções industriais desde o século XVIII, que se comparadas com as tecnologias da Indústria 4.0, houve um salto muito significativo.

Os sistemas integrados de gestão empresarial ou ERP (*Enterprise Resource Planning*), são softwares que embora não tenham surgido recentemente na Quarta Revolução Industrial, estão disponíveis no mercado nas últimas décadas, proporcionando às empresas uma visão muito mais nítida dos processos organizacionais, assim como resultados em forma de relatórios e indicadores que influenciam diretamente na tomada de decisões dos gestores.

Nas últimas décadas, os sistemas ERP tornaram-se importantes ferramentas utilizadas na gestão de negócios. Esses sistemas contribuem para tornar as

empresas mais eficientes, oferecendo resultados primorosos por meio da administração integrada dos recursos, automatização dos processos e melhor fluxo de informações (OLIVEIRA; HATAKEYAMA, 2012). Os sistemas ERP proporcionaram não só às empresas de grande porte, mas às micro, pequenas e médias empresas, visões muito mais nítidas, que influenciam diretamente na tomada de decisões dos gestores, porém, por si só, não seria possível ter decisões corretas tomadas automaticamente, observando todo seu entorno, de forma mais mecânica em uma empresa, por exemplo, salvo acompanhado de tecnologias da Indústria 4.0.

O tema do presente trabalho, tem justamente em sua abordagem, o sistema ERP e sua evolução no contexto da Indústria 4.0. Valendo-se desse tema, o trabalho identificará, por exemplo, como os módulos dos sistemas ERP estão sendo preparados para a integração com as tecnologias da quarta revolução industrial (Indústria 4.0), tecnologias como a IoT, Impressão 3D, Robótica, Realidade Virtual e Aumentada, Inteligência Artificial e Machine Learning.

Diante do exposto, a questão de pesquisa deste trabalho é: **Como os sistemas ERP estão sendo adaptados para a Indústria 4.0 no contexto brasileiro?**

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Compreender como os sistemas ERP estão sendo adaptados para a Indústria 4.0 no contexto brasileiro.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

A fim de atingir o objetivo geral da pesquisa, a seguir são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar as particularidades gerais dos ERPs, e de que forma as tecnologias da Indústria 4.0 estão sendo incorporadas em seus módulos.
- b) Identificar de que forma está se dando a integração de um sistema ERP com as tecnologias da Indústria 4.0 em empresas usuárias desses sistemas.

c) Identificar os desafios enfrentados no processo de integração de tecnologias da Indústria 4.0 a um sistema ERP.

d) Identificar os pontos positivos e negativos das implementações de tecnologias da Indústria 4.0 já incorporadas a um sistema ERP.

## **1.2. JUSTIFICATIVA**

Segundo Silva e Plonski (1996), para se caminhar em direção à inovação tecnológica torna-se necessário conhecer o processo de desenvolvimento do produto/processo, o qual tem dimensões amplas. Sabemos que com os sistemas ERP, e as inovadoras tecnologias da Indústria 4.0, as empresas ficam ainda mais propícias a inovarem, tornando essas tecnologias um fator relevante na concorrência e no sucesso das organizações.

As tecnologias da Indústria 4.0 utilizam os conceitos mais modernos, e que podem fazer com que as empresas obtenham muitos resultados positivos, como por exemplo a comunicação de Máquinas-para-Máquinas (M2M), viabilizada pela Internet das Coisas (IoT). Hermann et al. (2015) indica que nas fábricas inteligentes da Indústria 4.0, o ser humano deixa de atuar como operador de máquinas e passa a se tornar um tomador de decisão estratégico, além de um solucionador flexível de problemas.

Não apenas empresas de grande porte como grandes fábricas podem usufruir destes conceitos e tecnologias, mas também pequenos negócios como por exemplo, um mercado de bairro. Para isso são necessários recursos humanos (pessoas com conhecimentos para alavancar tais tecnologias na empresa), e recursos materiais (hardware, software, sistema de gestão empresarial, etc.). Uma pesquisa da CNI (2016), revela que o conhecimento da indústria brasileira sobre tecnologias digitais e a sua incorporação à produção, pré-condições para o avanço da Indústria 4.0, ainda é pouco difundido: 42% das empresas desconhecem a importância das tecnologias digitais para a competitividade da indústria e mais da metade delas (52%) não utiliza nenhuma tecnologia digital de uma lista com 10 opções. E o desconhecimento é significativamente maior entre as pequenas empresas (57%).

Embora haja empresas que estão em constante evolução, atualizadas, e incorporando alguma tecnologia da Indústria 4.0 com sistema ERP, há muito

caminho a ser percorrido, referente também aos resultados que essas integrações estão trazendo efetivamente para as empresas, e como poderão ser melhoradas.

Muitas empresas brasileiras, por obterem pouco conhecimento de tecnologias digitais e condições para o avanço da Indústria 4.0, ainda não estão preparadas para migrarem seus sistemas, e suas operações, para tecnologias tão inovadoras, não apenas por não possuírem infraestrutura e conhecimento, mas também por não receberem incentivo de legislações e governos sejam eles municipais, estaduais ou federais. Conforme Firjan (2016), para a Indústria 4.0 ser implementada no cenário brasileiro, há diversos desafios como desenvolvimento tecnológico, formação de profissionais próximos à indústria, construção de políticas estratégicas e incentivos governamentais, e a reunião de gestores com postura proativa.

Desta forma, o presente trabalho irá trazer uma visão real das dificuldades, desafios e ganhos de empresas que já integraram alguma tecnologia da Indústria 4.0, com um sistema ERP. Com isso, contribuirá diretamente com empresas que utilizam um sistema ERP, além de poder auxiliar qualquer stakeholder de empresas que de alguma forma acabam utilizando ou almejam utilizar ERP's em suas operações, ou participam da implementação e suporte destes sistemas, como empresários, gestores, consultores, colaboradores, assim como estudantes, e pessoas que em geral que buscam obter conhecimentos sobre os temas (ERP e indústria 4.0).

Por haver certa carência de estudos sobre a atualização dos sistemas ERP frente às diferentes tecnologias da Indústria 4.0, o presente trabalho é de grande importância, para a sociedade, pois irá proporcionar uma visão sistêmica de como as tecnologias da Indústria 4.0 poderão, integradas aos sistemas ERP, possivelmente auxiliar a melhor administrar os negócios locais e obter melhores resultados.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica do presente trabalho, apresentando conceitos básicos da Gestão da Tecnologia da Informação; sistemas de Gestão integrada (ERP); e as tecnologias da quarta revolução industrial (Indústria 4.0) como Big Data, Cloud Computing, Internet das Coisas, entre outras.

### **2.1 GESTÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Com o avanço da tecnologia da informação nos últimos anos, essa área vem ganhando um espaço significativo nas organizações, e os colaboradores estão cada vez mais buscando especializações e um know-how que os capacite adequadamente para desenvolver com êxito suas funções. O mercado de ensino por exemplo, nas últimas décadas vem oferecendo diversas especializações além de cursos acadêmicos na área, que vêm ganhando amplitude abrindo um leque de opções como academias e certificações ofertadas por entidades e empresas de tecnologias reconhecidas mundialmente. Mas afinal, o que é T.I.?

Keen (1993), amplia o conceito de TI passando pois, segundo o autor, o conceito de TI é mais abrangente do que os de processamento de dados, sistemas de informação, engenharia de software, informática ou o conjunto de hardware e software, pois também envolve aspectos humanos, administrativos e organizacionais. Observamos então que é muito importante que um gestor de TI possua não apenas conhecimentos relacionados à conceitos tecnológicos, mas também envolvendo outras áreas administrativas como Recursos Humanos, Produção e Finanças por exemplo, a fim de perceber sistemicamente os entornos da TI.

Como podemos ver, os conhecimentos na área de TI são muito amplos, e o mercado de trabalho está cada vez mais disputado, fazendo com que os profissionais da área ampliem cada vez mais seus conhecimentos. Conforme BEAL (2001), existe um consenso entre especialistas das mais diversas áreas de que as organizações bem-sucedidas no século XXI, serão aquelas centradas no conhecimento, intenso fluxo de informações e pessoas treinadas participando de decisões. E complementa que nesse contexto, as tecnologias da informação

adquirem uma importância sem precedentes, invadindo todo o processo produtivo, incluindo distribuição, transporte, comunicação, comércio e finanças.

Percebemos então neste ponto que a Gestão da Tecnologia da Informação, não engloba apenas a gestão de um sistema, como o ERP, mas também processos produtivos, distribuição, e vendas, além de tantos outros elementos, já que os dados e informações de uma organização são gerados com amplitude a todo o momento, e todas as áreas organizacionais usufruirão dos mesmos para tomada de decisões e elaboração de estratégias. Uma empresa que almeja crescer e obter bons resultados, deve sempre estar atenta às mudanças nos cenários e novidades, sendo a TI, nestes casos, uma aliada, que deve ser gerida com um alto conhecimento e expertise dos gestores. A fim de melhor demonstrar os mecanismos da TI, a seguir serão abordados alguns conceitos centrais.

Rezende e Abreu (2000) destaca que o conceito de TI, engloba o conjunto de recursos computacionais para a manipulação, e geração de informações e conhecimentos, possuindo os seguintes componentes:

- Hardware e seus dispositivos periféricos;
- Software, assim como seus recursos;
- Sistemas de telecomunicação;
- e Gestão de dados e informações.

A forma com que os dados são gerados e disponibilizados para a empresa, assim como o aproveitamento dos mesmos na tomada de decisão são fatores importantes. Conforme Rezende (2002), é fundamental que os recursos computacionais da TI disponibilizem informações oportunas e conhecimentos personalizados que possibilitem a geração de cenários decisórios.

O Gestor de Tecnologia da Informação desta forma, pode gerir tais componentes, que por sua vez podem ser dependentes de outros componentes os quais podem ser manipulados por outros gestores ou pessoas chave. Mas quais gestores em uma organização poderiam exercer funções relacionadas à tecnologia da informação, conseqüentemente proporcionando melhores resultados?

Conforme Rezende e Abreu (2000), os gestores envolvidos com a TI são: Chief Executive Officer (CEO), Information Technology Manager (ITM), Chief Technology Officer (CTO), Chief Information Officer (CIO).

De acordo com Rezende (2002), o gestor da TI deve sempre ter clara a visão da abordagem sociotécnica, humanística e da teoria geral de sistemas, e dessa

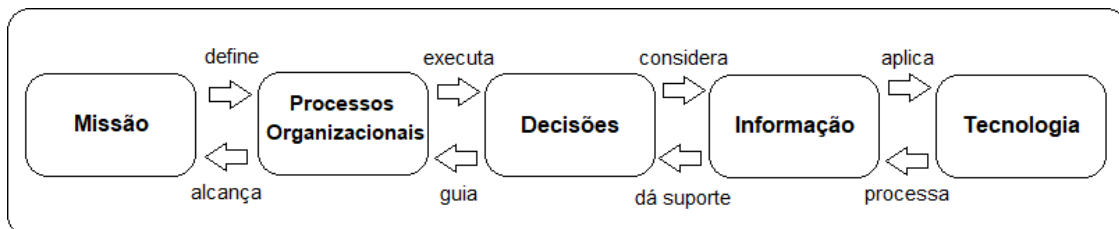
forma, conceitua-se o gestor como uma função, não um cargo, nem uma profissão. Mas afinal, um gestor de TI, dentro de seu departamento, deve gerenciar quais divisões?

Conforme BEAL (2001) um departamento de TI de uma empresa de grande porte por exemplo, apresenta tipicamente as seguintes divisões: Administração, Desenvolvimento e suporte de aplicação, Operações, Suporte de Produção, Software de Sistemas e Redes.

Entretanto, por mais que haja divisões, e as habilidades e conhecimentos tenham focos específicos na área de tecnologia da informação, o gestor de TI deve estar alinhado sempre com a missão, visão, e valores da organização, afinal de nada adiantará ter processos muito bem alinhados e funcionando corretamente, se os mesmos não estão de acordo com o que a empresa almeja.

BEAL (2001) ressalta a interdependência dos processos organizacionais, informação e tecnologia, conforme a figura a seguir.

Figura 1 – Fluxo de processos.



Fonte: Adaptado de Vydia Tecnologia

O alinhamento entre a missão da empresa, e a TI, precisa primordialmente, de um planejamento estratégico alinhado e bem estruturado, à fim de reduzir os riscos os quais a organização poderá sofrer no decorrer do tempo. Segundo Rezende (2002), o Planejamento Estratégico da Tecnologia da Informação (PETI) é um processo dinâmico e interativo para estruturar estratégica, tática e operacionalmente as informações organizacionais

O alinhamento da área de TI em conjunto com as demais áreas e a missão da empresa, é um fator importante. Conforme Rezende (2002) a TI só desempenha esse papel estratégico e agrega valor aos produtos e serviços da empresa, quando as estratégias de TI, as estratégias empresariais e o planejamento empresarial estão alinhados, integrados e com sinergia entre si.



Este alinhamento compete também aos projetos de TI da organização. Segundo Albertin (2001), os esforços organizacionais para a assimilação e utilização de TI são realizados na forma de projetos de TI. É muito comum haver gestores de projetos, que gerem projetos de TI nas organizações, estes alocados temporariamente, onde se comunicam com o gestor de TI. Kerzner (1995, apud ALBERTIN, 2001, p. 45) aponta que os projetos possuem como característica essencial serem temporários e únicos, ou, em outras palavras, eles são finitos e regulares, visando ao desenvolvimento de um novo produto ou serviço.

A implementação de um sistema de informação em uma organização, na maioria das vezes está atrelada à um projeto, sendo este temporal, que por sua vez tem um gestor de projetos atuando em conjunto com o gestor de TI da organização. Segundo Rezende e Abreu (2000), a TI aplicada a Sistemas de Informação Empresariais, possui diversas “filosofias” ou conceitos alinhados, que são implementadas por meio de diversas ferramentas, por exemplo:

- CRM – Gestão das relações com o cliente.
- SCM – Gestão da cadeia de suprimentos.
- Balanced Scorecard (perspectivas cliente, financeira, processos internos e aprendizado).
- Enterprise Core Competence (ECC) – Competências essenciais da empresa.
- Business Intelligence – Inteligência de negócios.

As empresas podem implementar sistemas de informação para suprir áreas como a gestão das relações com o cliente (CRM), gestão da cadeia de suprimentos (SCM), sistemas relacionados à Business Intelligence, assim como um ERP (Enterprise Resource Planning), em português, Planejamento de Recursos Empresariais, que gerencia e interliga as diversas áreas organizacionais (muitas vezes incluindo um módulo de CRM e SCM). No próximo capítulo, veremos com maiores detalhes a história, as características e funcionalidades dos sistemas ERP, que são o foco deste estudo.

## 2.2 SISTEMAS ERP

Neste capítulo contextualizaremos os sistemas ERP, abordando um pouco de sua história, funções, indicando pontos importantes desde sua evolução inicial até os dias atuais.

Um sistema ERP (em inglês *Enterprise Resource Planning*), em português, Planejamento de Recursos Empresariais, ou Sistemas de Gestão Integrada, teve como origem outro sistema. Conforme Lopes et al. (2012, p. 155):

“Visando sistemas de informação que poderiam auxiliar os gerentes com outras partes do processo de fabricação o MRP II, veio em seguida ao MRP. Enquanto o MRP tratava, principalmente, com os materiais, o MRP II completa a integração de todos os aspectos do processo de fabricação, incluindo a relação entre materiais, finanças e recursos humanos”.

O MRP (*Material Requirement Planning*), está diretamente ligado com a necessidade de recursos materiais que a empresa deverá adquirir para suprir as ordens de produção, e/ou vendas à clientes. Lopes et al. (2012) destacam ainda que com as pesquisas a respeito do MRP, nota-se sua eficiência em inúmeras empresas que estão se adequando a tal sistema, exercendo gerenciamento direto aos recursos de manufatura, setores de contabilidade, finanças, desenvolvimento em marketing, vendas e compras, e foi com a melhora e o aperfeiçoamento de tais técnicas, que chegamos ao ERP.

Essa evolução é muito notória, quando observamos que em um sistema ERP atual, são disponibilizados além do módulo de MRP, outros tantos módulos que se complementam uns aos outros, tornando-o um sistema de gestão integrada. Segundo Lopes et al. (2012) o desenvolvimento dos métodos e ferramentas de coordenação e integração de fabricação tornou possíveis os sistemas ERP existentes hoje.

A partir destas origens, notamos que o ERP deu um salto relativamente significativo, nas empresas que antes utilizavam apenas um sistema MRP, já que por ser uma evolução do MRPII, abrange os recursos de boa parte das áreas organizacionais, sendo um integrador de dados que se relacionam. Para Rezende e Abreu (2000), ERPs são sistemas integrados para gestão empresarial que registram e processam fatos a partir de um único input, e disponibilizam a informação para todos, propondo otimizar os processos cotidianos e gerenciais de toda organização.

Já para Corrêa et al. (1997) os sistemas ERP são constituídos por vários módulos integrados que atendem às necessidades de informação de apoio para tomada de decisão em todos os setores da empresa integrados entre si, a partir de uma base de dados única e não redundante. Desta forma, pelo fato de atender as necessidades de todos os setores, é necessário que as empresas promovam treinamentos e capacitem seus colaboradores a utilizarem o sistema, de forma específica, já que geralmente os usuários utilizarão apenas os módulos e funções que os competem.

Os módulos de um sistema ERP estão integrados, sendo esse o diferencial desse tipo de sistema, e um dos pontos positivos é que os módulos abrangem, de certa forma, boa parte das áreas organizacionais de uma empresa. TARN et al. (2002), declaram que o principal objetivo de um sistema ERP é unificar diversos departamentos de uma empresa através do sistema. A união e combinação das informações entre os diferentes módulos do sistema, pode otimizar a tomada de decisões, e ser um grande aliado, possibilitando também a customização de relatórios e consultas específicas, com as informações que os gestores consideram de fato relevante.

Segundo Souza (2000) os módulos do sistema ERP correspondem aos menores conjuntos de funções, e podem ser adquiridos e implementados separadamente, isto é, possibilitam que uma empresa implemente apenas os módulos de seu interesse, e mesmo que a empresa deseje implementar todo o sistema, pode fazê-lo em etapas para simplificar o processo. Por exemplo, uma empresa pode implementar o módulo de vendas, fiscal e financeiro, e em outra etapa, os módulos de produção e estoque.

Conforme Padilha e Marins (2005), um dos motivos pelos quais, sistemas ERP apresentam dificuldades para cumprir prazos de instalação e orçamentos, é o fato de haver limitações no próprio sistema ERP escolhido, dificultando a integração com outros sistemas existentes dentro da companhia. Embora sistemas ERP sejam completos, ficará sempre à critério das empresas decidirem se utilizarão todos os módulos e funcionalidades, ou apenas uma função específica a qual deseja complementar integrando com outros sistemas paralelos, devido à complexidade e variabilidade dos processos de algumas empresas, um sistema ERP pode não atender as expectativas por completo.

Dependendo das características do projeto, e das especificidades acordadas entre a consultoria do sistema ERP, e a empresa cliente, geralmente os treinamentos sobre esse sistema são realizados já na implantação do software.

No sistema ERP, o fato dos módulos estarem integrados, e as informações relacionadas, há facilidades em verificar se os objetivos e metas da empresa estão sendo atingidos. Segundo WOOD Jr. (1999) sistemas integrados são (teoricamente) capazes de integrar toda a gestão da empresa, agilizando o processo de tomada de decisão e permitem também que o desempenho da empresa seja monitorado em tempo real. Este fato pode possibilitar com que os gestores de forma rápida, modifiquem suas estratégias ou tomem decisões antes mesmo que problemas na empresa possam vir a ocorrer.

Os módulos a serem implementados, assim como demais características, entre tantas outras informações, estarão explícitas no escopo do projeto. Conforme Padilha e Marins (2005), em um processo de implementação, o primeiro passo é determinar o escopo do projeto e a nova arquitetura de processo.

Conforme Padilha e Marins (2005), a implantação de sistemas ERP é normalmente complexa, e sua duração pode chegar até três ou quatro anos, por este motivo, na maioria das implantações, o sistema é dividido em módulos, e apenas alguns módulos são implementados em cada etapa. A complexidade de uma implantação, é muito importante, e deve ser levada em conta em todo projeto de implantação, pois se os detalhes não forem medidos, o risco de “descobrir” que o ERP não é adaptável ao cliente durante a implantação é maior.

Cada empresa possui seus processos, os quais devem ser mapeados na implantação para as definições de todo detalhamento dentro do sistema. Para Wood Jr. (1999), a implantação é a etapa mais complexa pois é um amplo processo de mudança organizacional que provoca impactos na gestão, na arquitetura organizacional, nos processos de negócios e, principalmente, nas pessoas. Entretanto, há empresas que durante a implantação são pouco flexíveis, e as vezes não possuem desejo em modificar seus processos e estrutura organizacional.

Para Buckhout et al. (1999), a implantação de um ERP tem sido problemática por que muitas empresas não fazem antes as escolhas estratégicas para configurar os sistemas e os processos, desta forma a implantação escapa do controle da empresa. Este fato pode ser um problema muito grave, tanto para a empresa que está adquirindo o ERP, quanto para a empresa de consultoria responsável por

implantar o sistema, já que geralmente o licenciamento e contratos são acordados logo antes da implantação, e podem não ser flexíveis.

Para Albertão (2001) a importância de um sistema de informação (SI) em uma empresa esta relacionada com o envolvimento dos tomadores de decisão e é fundamental para o sucesso da empresa, isso por que o SI permite que as empresas aumentem seus lucros e baixem seus custos. Observamos desta forma, que tanto a empresa consultoria a implantar o ERP, quando a que está adquirindo, tenham muito claro os benefícios e ganhos que a implantação resultará para ambas as partes, tornando o projeto um sucesso.

Conforme Padilha e Marins (2005), um outro benefício da implantação do ERP é a adoção de melhores práticas de negócio, apoiadas pelas funcionalidades dos sistemas, que resultam em ganhos de produtividade e em maior velocidade de resposta da organização. Todos os principais sistemas ERPs do mercado já incorporaram funcionalidades relacionadas com a cadeia de suprimentos (Supply Chain), vendendo a ideia que, após a integração dos processos internos da empresa, surge a necessidade de se integrar toda a cadeia (Padilha e Marins, 2005).

Dependendo do sistema ERP, ele pode estar ou não apto à uma integração com alguma das tecnologias da Indústria 4.0. Haddara e Elragal (2015) destacam que o principal fator de sucesso, entre sistemas ERP e a Indústria 4.0, é a capacidade de predição, isto é, através dos dados antigos e atuais, realizar análises e propor caminhos de solução rápidos. Um sistema ERP integrado com tecnologias da Indústria 4.0 poderá proporcionar à organização melhorias nos processos e muitos ganhos, evidenciando ainda mais suas funcionalidades, e corroborando para o crescimento da empresa.

Neste capítulo foi apresentada a origem dos sistemas ERP, como sistemas MRP e MRP II, detalhes e informações sobre o sistema e seus módulos, assim como os entornos gerais das implantações de ERP. No próximo capítulo, o tema a ser abordado será sobre a Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0).

### 2.3 QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (INDÚSTRIA 4.0)

Segundo Kagermann (2013) o termo Indústria 4.0 (tradução de Industrie 4.0, em alemão) surgiu publicamente em 2011 na feira de Hannover na Alemanha. Embora o termo seja muito conhecido, e tenha sido rapidamente difundido através da mídia e entre muitas organizações, estamos presenciando uma fase inicial ainda não tão desbravada entre as empresas brasileiras. Neste capítulo será apresentado de forma geral, o conceito, a história, e algumas das mais importantes tecnologias da quarta revolução industrial.

Schwab (2016, p.1) afirma que

“estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos um com o outro”.

Trata-se de um fenômeno que está guiando as transformações nos processos de produção e que vem sendo estudado antes de acontecer ou durante o seu acontecimento, diferentemente das revoluções industriais passadas (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). Estamos sendo protagonistas de uma nova era de tecnologias a qual o mundo vem presenciando ultimamente, das quais podemos citar: Robôs autônomos, realidade aumentada, Cloud Computing, Cibersegurança, Internet das coisas, simulação, Machine Learning e Big Data, entre outras.

Os efeitos destas tecnologias nas empresas, e na vida das pessoas, embora ainda não tenham sido implementadas em grande parte das empresas, já é notada. Segundo Haddara e Elragal (2015), hoje em dia, as máquinas estão conectadas como uma comunidade colaborativa criando a chamada Indústria 4.0, alcançando uma interação sem falhas entre as máquinas circundantes e seus sistemas correspondentes. Essas tecnologias 4.0 transformam máquinas regulares em máquinas autoconscientes ou inteligentes e, posteriormente, melhoram seu desempenho no ambiente onde atuam.

É importante ressaltar, que embora o termo “Indústria 4.0” esteja ligado à fábricas, logo, que possuem maquinários industriais para produzir algo proveniente de uma matéria-prima, outras empresas também são beneficiadas com essas tecnologias. A seguir veremos com um pouco mais de profundidade, algumas destas tecnologias.

A Internet das Coisas, também chamada de “IoT”, abreviatura do inglês “Internet of Things”, é uma tecnologia que está diretamente relacionada à objetos, e coisas, que podem de certa forma, servir de ponte para a captação de dados e informações. Segundo Porcelli (2020, p.6)

“a Internet das Coisas parte da base que não apenas as pessoas estão conectadas, mas também tudo o que pode ser controlável, a partir do ponto de vista eletrônico: uma casa, eletrodomésticos, luzes, celulares, um carro, por exemplo. E se fundamenta na relação máquina-para-máquina (Machine-to-Machine ou M2M), que implica o controle de um dispositivo sobre outro, ambos conectados pela Internet, sem a gestão de uma pessoa”.

A IoT pode proporcionar resultados e um controle dos objetos e “coisas”, muito mais aprofundado, além de efeitos positivos não somente nas empresas. Conforme Santos et al. (2016), não somente computadores convencionais se conectam à rede, como também TVs, Laptops, automóveis, smartphones, consoles de jogos, webcams entre outros. Além disso, surge uma gama de novas possibilidades de aplicações, como por exemplo, cidades inteligentes (Smart Cities), saúde (Healthcare) e casas inteligentes (Smart Home).

A crescente aplicação da Internet das Coisas nos negócios torna necessária uma avaliação de estratégias, benefícios e dificuldades enfrentadas na aplicação da tecnologia (GALEALE, 2016). Os gestores devem obter segurança na implementação, para que conseqüentemente os resultados sejam satisfatórios, embora haja geralmente maior facilidade em obter os dados, auxiliando diretamente na tomada de decisões.

Santos et al. (2016) afirmam que os objetos utilizados na Internet das Coisas possuem capacidade de comunicação e processamento aliados a sensores, que podem transformar a utilidade destes objetos. Por exemplo: uma planta em uma residência poderá ter um sensor posto na terra, para medir o nível de humidade. Esse dispositivo, conectado a outro dispositivo, que por sua vez está conectado à um computador que possui um sistema que recebe informações a todo momento desses dispositivos integrados à planta. Desta forma, seria possível saber quando a planta está com nível de humidade elevado ou baixo, para assim efetuar a tomada de decisões: regar a planta.

A ponte de acesso entre os objetos e a captação das informações deve ser suprida para que os resultados finais sejam satisfatórios, e a automação industrial

vêm fazendo um papel importante neste quesito. Conforme SILVA et al. (2018) um ponto que serviu de base para o funcionamento da tecnologia IoT foi a automação industrial, na qual temos: sensores, atuadores, controladores, interfaces homem-máquina e módulos de comunicação.

Segundo SILVA et al. (2018) a tecnologia IoT funciona utilizando exatamente os mesmos elementos da automação industrial, o que muda é que os objetos que usamos, seja na fábrica, no hospital ou em casa, passam a ser originalmente criados e produzidos com essas capacidades de detectar por sensores, processar, atuar e se comunicar com outros objetos. Essa comunicação entre objetos, ou M2M pode criar uma sinergia muito interessante, já que conforme as informações passadas de máquina para máquina ou objetos são os próprios “gatilhos” de inicialização para outras ações, sejam elas humanas ou das próprias máquinas pré-programadas.

O estabelecimento da base conceitual, da padronização da tecnologia RFID (Identificação por Rádio-Frequência - *Radio-Frequency Identification*), bem como o desenvolvimento, a miniaturização e o barateamento dos equipamentos eletrônicos tornou cada vez mais viável incorporar capacidades de sensoriamento, processamento e atuação no ambiente em vários dos objetos do nosso cotidiano SILVA et al. (2018). Desta forma podemos observar que a IoT está interligada a tecnologias complementares importantes, que realizam uma espécie de “ponte” entre o objeto ou máquina, e a captação de informações.

O RFID por exemplo, conforme Nogueira (2002) surgiu em meados da década de 90, e consiste basicamente da utilização de uma etiqueta plana, adesiva, de dimensões reduzidas, contendo um microchip em conjunto com sensores especiais e dispositivos que possibilitam a codificação e leitura dos dados contidos na mesma. Diversas empresas já utilizam esta tecnologia, automatizando seus processos e agilizando a tomada de decisões.

O microchip que consta na etiqueta permite armazenar inúmeros campos de informação nesta e ainda apagar esta informação e armazenar novos campos e com isto tem-se um vasto campo de aplicações e soluções integradas numa única tecnologia (NOGUEIRA, 2002). O RFID pode ser utilizado por exemplo, para identificação de itens e produtos em uma empresa, onde a leitura se faz de forma muito rápida, gerando informações desde o início do processo de compras, localizações em depósitos e almoxarifados, até o fim do processo de vendas,



agilizando a compra de novos produtos, otimizando a necessidade de mercadorias nos estoques.

Com a grande variedade de dispositivos, como por exemplo o RFID, os quais geram muitas informações à todo o momento, a quantidade de dados gerados no mundo é gigantesca, o que nos faz refletir a manipulação destes dados. Segundo Hermann et al. (2015), as análises e a gestão de grandes quantidades de dados podem permitir maior performance de otimização de processos industriais, melhorando o consumo de energia e qualidade de produção nas fábricas.

Assim, o *Big Data* é um termo genérico para a técnica de processar uma grande quantidade de dados ou informações, incluindo a captura desses dados, a transferência, o armazenamento, a curadoria, a pesquisa, a análise, a visualização, a segurança e a privacidade DUAN et al. (2019).

No entanto, o fato de haver hoje em dia, uma grande quantidade de dados, não significa que iremos capturá-los, armazená-los ou tomar decisões com os mesmos a partir de uma análise, e o Big Data auxilia nesses pontos.

Segundo DUAN et al. (2019), três características que mais são usadas no Big Data são volume, velocidade e variedade, destacando sua importância:

- O volume está relacionado à uma estimativa mais confiável, quando utilizados mais dados;
- A velocidade diz respeito ao processamento dos dados que são gerados continuamente, a partir de interação social, monitoramento por sensores em atividades de negócios, por exemplo, e poder ocorrer de alguns dados não serem processados, caso essa velocidade não suporte a velocidade e geração; e
- A variedade refere-se às diferentes perspectivas que permitem a captura de padrões úteis de forma mais facilitada.

Para outros autores, o valor e a veracidade também são muito importantes, referenciando o *Big Data* à cinco características, o chamado “5 V’s do Big Data”. Conforme Walker (2015), o Big Data é composto de cinco pressupostos básicos, isto é, além do volume, variedade, velocidade, a veracidade (onde os dados processados são íntegros aos armazenados nos bancos de dados), e o valor (onde os dados devem ter valor, e benefícios possam ser extraídos deles). A variedade dos dados, sejam estruturados ou não estruturados, assim como a velocidade do processamento dos dados, e conseqüentemente o volume, são características que de certa forma se interligam com o valor e a veracidade dos mesmos, já que fariam parte de um posterior resultado.

Uma grande quantidade de dados é muito importante quando falamos de outras tecnologias 4.0, como a Inteligência Artificial, que, embora venha chamando a atenção na mídia nos últimos anos, conforme Silva et al. (2018), é um termo antigo, cunhado em 1956 por John McCarthy, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos. A Inteligência artificial “pode reduzir custos, proporcionar ganhos de eficiência e até mesmo “computadorizar” empregos” (SCHWAB, 2016, p. 141-142).

Silva et al. (2018) afirmam que para que uma rede neural artificial seja criada com desempenho e capacidade de classificação com um nível de precisão cada vez maior, é necessária a utilização de milhões de dados, além da criação de camadas e neurônios para processar todos estes dados. Esta tecnologia está diretamente relacionada ao Machine Learning, ou seja, a capacidade das máquinas aprenderem.

Segundo o site da IBM (2021)

“Machine Learning é uma tecnologia onde os computadores têm a capacidade de aprender de acordo com as respostas esperadas por meio associações de diferentes dados, os quais podem ser imagens, números e tudo que essa tecnologia possa identificar. Machine Learning é o termo em inglês para a tecnologia conhecida no Brasil como aprendizado de máquina”.

Isso nos faz pensar em inúmeras possibilidades as quais o futuro poderá proporcionar para as cidades, escolas, universidades, empresas etc., pois a partir do ensinamento de uma máquina programada com algoritmos, as ações da mesma serão refletidas.

Além disso, conta-se com a técnica de deep learning, que segundo SILVA (2018, p.105)

“é considerada uma forma otimizada de rede neural artificial, e trouxe a possibilidade de utilizar milhões de dados como entrada, gerando uma rede neural enorme, com muito mais camadas e neurônios do que se utilizavam antes dessa técnica existir”

podendo ser utilizada para muitas funções também, como por exemplo, reconhecimento facial, identificação e auxílio à diagnósticos de doenças na área da saúde etc.

Também relacionada à Indústria 4.0, a impressão 3D, segundo SILVA et al. (2018), é também chamada de manufatura aditiva, MA (ou, em inglês, Additive

Manufacturing – AM) sendo ela um conjunto de tecnologias que utiliza a deposição de camadas de material para a formação de objetos. Através de impressoras e equipamentos específicos, assim como o software correto, é possível imprimir objetos a partir de figuras 3D, o que amplia as possibilidades de criação sem necessidade de haver uma larga produção, já que “imprime” exatamente o objeto desejado.

Segundo SILVA et al. (2018), a partir da existência de diversas tecnologias de impressão 3D, a escolha da mais adequada vai depender da finalidade do material a ser produzido, dos seus requisitos estéticos e de suas propriedades mecânicas. A possibilidade de poder imprimir uma figura 3D, como um objeto, levando em conta a tecnologia a ser utilizada, pode ampliar muito as possibilidades nas empresas, pois há um grau de customização único, onde pode servir para criar protótipos, ou até mesmo para a venda direta personalizada para cada cliente.

A Indústria 4.0 vêm revolucionando não somente o processo produtivo em si de uma empresa, onde a partir de equipamentos programados, pode haver um resultado material tão detalhado e com perfeições esteticamente pré-desenhadas e determinadas, mas também no mercado de trabalho, já que os resultados entre um trabalho manual de colaboradores versus o realizado por máquinas ou robôs está sendo cada vez mais avaliado. Conforme SILVA et al. (2018), o surgimento e o crescimento do uso dos robôs são a parte mais visível de uma transição que vem ocorrendo no mercado de trabalho em todo o mundo, e a mecanização, assim como a automação de tarefas antes feitas por humanos vêm se acelerando nos ambientes industrial e de serviços.

Outra tecnologia a qual vêm surpreendendo todo o mundo com as possibilidades, quebrando diversos paradigmas, é a robótica. Segundo Romano e Dutra (2002), robô deriva da palavra "robota" de origem eslava, que significa "trabalho forçado". Conforme Schiavicco e Siciliano (1995), o termo “robótica” foi criado por Isaac Asimov para designar a ciência que se dedica ao estudo dos robôs e que se fundamenta pela observação de três leis básicas:

1. Um robô não pode fazer mal a um ser humano e nem consentir, permanecendo inoperante, que um ser humano se exponha a situação de perigo;

2. Um robô deve obedecer sempre às ordens de seres humanos, exceto em circunstâncias em que estas ordens entrem em conflito com a 1a lei;

3. Um robô deve proteger a sua própria existência, exceto em circunstâncias que entrem em conflito com a 1a e 2a leis.

Embora estas leis possuam muita importância em um contexto organizacional, a robótica avançada atual, poderá trazer às empresas maior flexibilidade e inovação. Segundo a CNI (2017, p.55), a robótica avançada é formada por “máquinas e equipamentos com sistemas de comunicação integrados e conexão remota, providos de flexibilidade na realização de tarefas programadas”. Os robôs da Indústria 4.0 segundo Schwab (2016, p. 25) são “robôs mais adaptáveis e flexíveis; futuramente, sua interação com outras máquinas e humanos será uma realidade cotidiana”.

Evidentemente, o trabalho manual realizado por um colaborador, comparado com o de uma máquina ou robô, não necessariamente seja motivo de preocupação, mas sim de uma transição de tarefas antes realizadas, por outras, assim como nos cargos. SILVA et al. (2018) destaca que embora a importância da Indústria 4.0 para a competitividade e a continuidade da indústria brasileira seja considerada parte das cadeias de valor, é necessário desenvolver processos que possam maximizar a transformação em direção à Indústria 4.0.

Outra tecnologia relevante na indústria 4.0 é a *blockchain* (cadeia de blocos), muito conhecida por conta das criptomoedas. Segundo Pilkington (2015), blockchain é uma cadeia de registros transacionais enriquecida por um subconjunto de participantes da rede (também conhecidos como miners) que resolvem problemas computacionais. Já de acordo com Smith (2016), cada registro é chamado de bloco e cada um deles é marcado com seu horário de criação e é ligado ao bloco criado anteriormente, por isso a denominação de cadeia (chain).

SILVA et al. (2018) verificaram que o tema de bitcoin é o que está mais entrelaçado com os conceitos atuais de blockchain. As outras palavras-chave aparecem com menos impacto. Porém, verifica-se que há preocupação com questões relacionadas à segurança, fraudes, privacidade e confiança ao trabalhar com blockchain. Além do bitcoin, o blockchain possui outras utilidades para negócios, por exemplo, os smartcontracts.

Os Smart contracts são contratos desenvolvidos por programas computacionais, que determinam a execução de determinada atividade, no momento em que implementada a condição estipulada pelos contraentes. Caracterizam-se pela capacidade de auto-executabilidade e auto-aplicabilidade (BASHIR, 2017, p. 199).

A Realidade Virtual e Aumentada também são tecnologias relacionadas à Indústria 4.0. Segundo Kirner e Siscoutto (2007) a Realidade Virtual (RV) é uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador. O sentido da visão costuma ser preponderante em aplicações de realidade virtual, mas os outros sentidos, como tato, audição, etc. também podem ser usados para enriquecer a experiência do usuário.

Diferente da Realidade Virtual, a Realidade Aumentada, conforme Azuma et al. (2001), é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades:

- combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
- executa ações interativamente em tempo real;
- alinha objetos reais e virtuais entre si;
- aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato e força e cheiro.

Conforme Sung (2018), a maioria das tecnologias utilizadas na Indústria 4.0 foi desenvolvida há anos e, embora algumas poucas tecnologias ainda não estejam totalmente prontas para um uso em grande escala, muitas estão agora em um ponto em que a disponibilidade, a confiabilidade e o custo são atraentes o suficiente para aplicações industriais.

Conforme Schwab (2016) a indústria 4.0 não está modificando apenas “o que” e “como” fazemos as coisas, mas também quem somos, envolve a transformação de sistemas inteiros entre países e dentro deles, em empresas, indústrias e em toda sociedade. Desta forma, é mais do que necessário que o governo, a mídia, os empresários, e a sociedade como um todo, caminhem em direção à correta implementação e uso das tecnologias da Indústria 4.0, seja no âmbito empresarial ou público da sociedade, fomentando uma contribuição de todos para um mundo

melhor, com preservação do meio ambiente, diminuição dos índices de violência e criminalidade.

Conforme Hermann et al. (2015), a Indústria 4.0 possui seis princípios de design que viriam a apoiar as organizações na identificação de projetos pilotos para implementação de seus conceitos e práticas. Estes seriam:

- **A interoperabilidade:** Conexão entre vários sistemas entre si e com dispositivos.
- **Virtualização:** Permitir a criação de objetos e de processos de forma virtual, antes de criar ou aplicar no mundo real, permitindo também a realização de simulações.
- **Descentralização:** Está voltada a possibilitar que outros componentes do processo possam tomar decisões a respeito do seu micro processo, podendo delegar essa atividade para níveis superiores, quando houver pontos de falha.
- **Capacidade de tempo real (real-time):** Engloba a prática de coleta de informações no momento em que são geradas.
- **Orientação a Serviços:** Considera a internet como “Internet de Serviços” (IoS), onde serviços podem ser instanciados para serem utilizados sem pertencer àquele processo ou àquela empresa.
- **A Modularidade,** por sua vez, contempla a habilidade de tratar sistemas como módulos, facilitando a adaptação dos mesmos às necessidades iminentes.

Esses fatores demonstram que a integração de tecnologias 4.0 em um sistema ERP, alinhado com outros softwares, hardwares, e, conseqüentemente, máquinas e objetos, pode ser fator de sucesso para a evolução empresarial no contexto da Indústria 4.0. A seguir, é possível observar no quadro 1, o resumo das tecnologias da Indústria 4.0 mencionadas neste capítulo.

Quadro 1 - Resumo das Tecnologias da Indústria 4.0.

Tecnologia	Definição	Fonte
Internet das Coisas – IoT	Parte do conceito que não apenas as pessoas estão conectadas, mas também tudo o que pode ser controlável, a partir do ponto de vista eletrônico: Uma casa, eletrodomésticos, luzes, celulares, um carro, por exemplo. E se fundamenta na relação máquina-para-máquina.	PORCELLI, 2020.
Big Data	O Big Data é um termo genérico para a técnica de processar uma grande quantidade de dados ou informações, incluindo a	DUAN et al. (2019).

	captura desses dados, a transferência, o armazenamento, a curadoria, a pesquisa, a análise, a visualização, a segurança e a privacidade.	
Machine Learning	Machine Learning é uma tecnologia onde os computadores têm a capacidade de aprender de acordo com as respostas esperadas por meio associações de diferentes dados, os quais podem ser imagens, números e tudo que essa tecnologia possa identificar.	IBM, 2021.
Impressão 3D	Também chamada de manufatura aditiva, MA (ou, em inglês, Additive Manufacturing – AM) sendo ela um conjunto de tecnologias que utiliza a deposição de camadas de material para formação de objetos através de impressoras e equipamentos específicos.	SILVA et al. (2018).
Robótica	Robótica avançada é formada por “máquinas e equipamentos com sistemas de comunicação integrados e conexão remota, providos de flexibilidade na realização de tarefas programadas”. Os robôs da Indústria 4.0 são “robôs mais adaptáveis e flexíveis; futuramente, sua interação com outras máquinas e humanos será uma realidade cotidiana”.	CNI (2017) e Schwab (2016).
Blockchain	Blockchain é uma cadeia de registros transacionais enriquecida por um subconjunto de participantes da rede (também conhecidos como miners) que resolvem problemas computacionais. Cada registro é chamado de bloco e cada um deles é marcado com seu horário de criação e é ligado ao bloco criado anteriormente, por isso a denominação de cadeia (chain).	Pilkington (2015) e Smith (2016).
Realidade Virtual	Interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador.	Kirner e Siscoutto (2007).
Realidade Aumentada	Sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço.	Azuma (2001).

Fonte: elaborado pelo autor.

No próximo capítulo serão apresentados os métodos e procedimentos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

### **3 METODOLOGIA**

O presente capítulo irá apresentar e evidenciar as metodologias de trabalho escolhidas, a unidade de pesquisa evidenciando o público-alvo a ser pesquisado, as técnicas pelas quais os dados foram coletados e analisados, e por fim a pesquisa aplicada em um maior grau de detalhamento. Conforme ANDRADE (2010), metodologia é o conjunto de métodos ou caminhos que são percorridos na busca do conhecimento. Já segundo Demo (1995), metodologia é o estudo dos caminhos e dos instrumentos usados para fazer ciência. No caso deste projeto, foi o caminho trilhado para atingir o objetivo de "Compreender como os sistemas ERP estão sendo adaptados para a Indústria 4.0, no contexto brasileiro".

#### **3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso único em uma empresa de consultoria de sistemas ERP, que fornece licenciamento e implantação desses sistemas.

Segundo Gil (2010, p.37), o método de estudo de caso

“consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Yin (2005) afirma que no caso do estudo de caso há uma vantagem diferenciada quando uma questão "como" ou "por que" está sendo feita sobre um conjunto de eventos contemporâneos, ou algo que o pesquisador tem pouco ou nenhum controle. Desta forma, este é um método adequado conforme o problema de pesquisa do presente trabalho.

Esta pesquisa é descritiva, pois, segundo Malhotra (2001), é um tipo de pesquisa que tem como principal objetivo a descrição de algo – normalmente características ou funções do mercado. Andrade (2010) diz que um dos pontos principais da técnica de pesquisa descritiva é a padronização na coleta dos dados, seja por questionários ou observação sistemática.

#### **3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE**



O contexto da pesquisa é a empresa “Consultoria XYZ” (assim denominada para preservar sua identidade), uma empresa de consultoria de sistemas ERP, que fornece licenciamento e implantação para sistema ERP, assim como desenvolvimento de programas de computador, localizada na cidade de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul.

O presente trabalho é sobre como os sistemas ERP estão sendo adaptados para a Indústria 4.0, buscando compreender quais são os desafios nesse processo, isto é, a unidade de análise do caso é o processo de implementação de tecnologias da Indústria 4.0 integradas aos sistemas ERP.

A empresa atua no mercado brasileiro, junto a empresas de todos os portes, oferecendo sistemas ERP a futuros clientes assim como respectivos projetos de implantação, e serviços de suporte prestados a empresas que já possuem o sistema ERP da marca “XYZ” implantado, possuindo seus processos voltados às necessidades dos processos de seus clientes. A empresa possui 31 funcionários, é atuante no mercado há 11 anos, e o acesso a ela foi facilitado pelo fato do pesquisador trabalhar na mesma.

O público-alvo da pesquisa foram consultores de ERP, sendo que suas tarefas consistem em: mapear os processos dos clientes, levantar necessidades apontadas pelos clientes e possíveis necessidades de desenvolvimentos/ customizações de melhorias, sanar e ensinar as características e funcionamento do sistema aos usuários, prestar suporte para eventuais problemas que ocorrem no sistema, participar do processo de implementação de um projeto relacionado ao sistema ERP.

Este perfil foi levado em conta pois possui conhecimentos relacionados à TI, sistema ERP, processos de diferentes empresas brasileiras, e conseqüentemente sobre algumas tecnologias atuais da Indústria 4.0, assim como eventuais necessidades de clientes mapeadas em suas jornadas, fazendo com que isso seja um atrativo para a coleta dos dados visando os objetivos desta pesquisa.

### **3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS**

Segundo Yin (2003), existem seis fontes distintas de coleta de dados em um estudo de caso: documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos e cada uma requer habilidades e

procedimentos metodológicos sutilmente diferentes. A coleta dos dados na presente pesquisa, se deu a partir da técnica de entrevistas e documentos.

Os documentos analisados foram especificações funcionais de customizações realizadas à clientes, e manuais do sistema ERP. As especificações funcionais permitiram verificar com maior detalhamento questões como premissas das customizações, assim como o fluxo e detalhamento do processo. A especificação passa primeiramente pela equipe de consultoria, seguindo pelo setor de desenvolvimento à fim de verificar a viabilidade da integração, e após ao comercial para negociar o aceite com o cliente. Quanto aos manuais do sistema ERP, permitiram analisar questões específicas dos módulos, e de como os dados das integrações seriam recebidos ao sistema.

A técnica de entrevista foi escolhida pois possibilita realizar questionamentos durante o andamento de uma conversa, sendo importante devido à complexidade dos assuntos a serem discutidos. Segundo Lakatos e Marconi (2011, p. 80), “entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto, mediante conversação de natureza profissional”.

Foram realizadas entrevistas com oito consultores de sistemas ERP da empresa “Consultoria XYZ”, em horário comercial. O roteiro das entrevistas foi baseado nos objetivos do presente trabalho, a fim de captar informações sobre possíveis integrações de tecnologias da Indústria 4.0 com o sistema ERP, esse roteiro está exposto no Apêndice I. A seguir o Quadro 2 mostra a abordagem das entrevistas.

Quadro 2 – Abordagem das entrevistas.

<b><u>Entrevistados</u></b>	<b><u>Sexo</u></b>	<b><u>Idade</u></b>	<b><u>Formação</u></b>	<b><u>Tempo de experiência na área de TI</u></b>	<b><u>Cargo</u></b>	<b><u>Tempo de atuação na empresa</u></b>
Entrevistado 01	Masculino	35 anos	Análise e Desenvolvimento de Software.	9 anos.	Consultor de ERP.	3 anos.
Entrevistado 02	Masculino	41 anos	Contabilidade.	21 anos.	Consultor de ERP.	2 anos e 6 meses.
Entrevistada	Feminino	30	Gestão	3 anos.	Consultor	1 ano e

03	o	anos	Financeira.		a de ERP	6 meses.
Entrevistado 04	Masculino	39 anos	Administração	11 anos.	Consultor de ERP	8 anos.
Entrevistada 05	Feminino	35 anos	Tecnologia em Desenvolvimento de Sistemas para Internet	18 anos.	Consultora de ERP	11 anos.
Entrevistada 06	Feminino	25 anos	2º grau completo	2 anos.	Consultora de ERP	2 anos.
Entrevistada 07	Feminino	41 anos	Tecnologia em Gestão Financeira	17 anos.	Consultora de ERP	1 ano e 3 meses
Entrevistada 08	Feminino	26 anos	Tecnologia de Gestão Empresarial	6 anos.	Consultora de ERP.	2 anos.

Fonte: Dados da entrevista.

### 3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

O método de pesquisa escolhido, é o qualitativo, e, conforme Flick (2009), os aspectos fundamentais da pesquisa qualitativa consistem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito das suas pesquisas como parte do processo de produção do conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos.

A fim de apresentar os resultados coletados na pesquisa, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo, que é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações”, utilizando “procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 1995, p. 42).

Conforme Bardin (1995), há três etapas para a análise de conteúdo: pré-análise, análise do material e tratamento dos resultados:

- 1) Pré-análise – é a fase de organização, a qual tem como objetivo tornar operacional e sistematizar as ideias iniciais, iniciando os primeiros contatos com os documentos.
- 2) Análise do material – fase longa e trabalhosa, a qual tem como objetivo administrar as decisões tomadas na pré-análise, isto é, tratar o material e codificá-lo.

- 3) Tratamento dos dados – Na última etapa, a inferência e interpretação tem por finalidade tratar os resultados brutos de maneira a torná-los dados válidos e significativos. São usados, por exemplo, procedimentos estatísticos simples ou complexos, quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos que sintetizam e destacam informações fornecidas pela análise, assim como a elaboração de uma conclusão final.

Usando a metodologia de análise de conteúdo, nas três etapas citadas, na etapa de pré-análise houve a organização do processo, assim como a preparação do material (transcrição das entrevistas), e leitura “flutuante” (primeiras impressões). Na etapa de análise do material, foi utilizada a codificação indutiva (baseada nos dados) dos dados coletados nas entrevistas, e desta forma pôde-se verificar as semelhanças e diferenças entre as respostas. Para o tratamento dos dados foi elaborada uma planilha na qual se mostra a síntese dos resultados, exposta no Apêndice II. Ela foi usada como base para as interpretações, explicações, relações, e a elaboração de conclusões finais.

### **3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO**

As limitações do estudo, estão principalmente relacionadas às entrevistas semiestruturadas, visto que, o tempo de duração das mesmas foi limitado conforme a disponibilidade dos entrevistados, pois foram realizadas em horário de expediente.

Além disso, quanto ao conteúdo das entrevistas, pôde-se encontrar entrevistados os quais não tiveram experiências com alguma tecnologia da indústria 4.0 citada. No próximo capítulo será apresentada a análise dos dados coletados.

## **4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

Este capítulo tem como objetivo apresentar as análises dos dados obtidos através do estudo de caso realizado, a fim de obter as respostas em relação aos objetivos deste estudo.

### **4.1 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 INTEGRADAS AO ERP**

Conforme BEAL (2001), as tecnologias da informação adquirem uma importância sem precedentes, invadindo todo o processo produtivo, incluindo distribuição, transporte, comunicação, comércio e finanças. Este capítulo tem como objetivo apresentar, através da análise de dados, quais tecnologias da indústria 4.0 foram integradas ao sistema ERP, assim como se os clientes já estavam utilizando o sistema ERP antes da implementação da tecnologia 4.0 em questão ou se a mesma foi implementada em conjunto com o sistema, conforme as respostas dos(as) consultores(as) dadas na entrevista semiestruturada.

Segundo Souza (2000) os módulos do sistema ERP correspondem aos menores conjuntos de funções, e podem ser adquiridos e implementados separadamente, isto é, possibilitam que uma empresa implemente apenas os módulos de seu interesse, e mesmo que a empresa deseje implementar todo o sistema, pode fazê-lo em etapas para simplificar o processo. Além da implementação do ERP poder ser realizada por módulos, a empresa pode decidir implementar em conjunto uma integração envolvendo alguma tecnologia da Indústria 4.0, no mesmo projeto ou em projetos separados.

Ao realizar análise das entrevistas, observamos que cinco dos oito entrevistados identificaram, no decorrer das suas experiências com sistema ERP na empresa, a tecnologia de IoT (Internet das Coisas), ser integrada juntamente ao sistema, sendo esta a tecnologia mais comum encontrada nas respostas.

Por tratar-se de uma tecnologia que, como o próprio nome já diz, faz uma conexão entre uma “coisa” que pode ser um objeto, acessório, máquina, com a

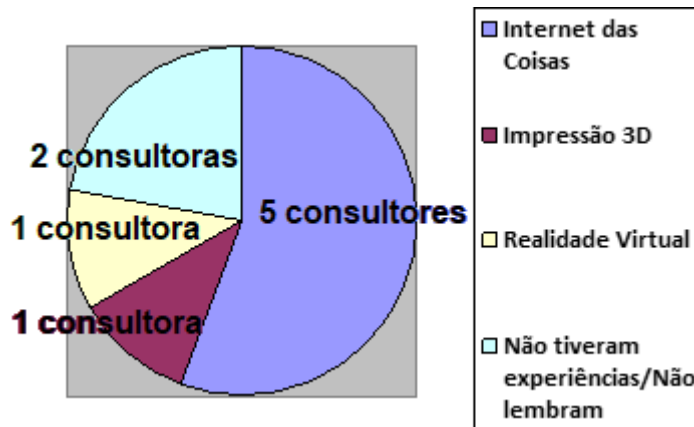
Internet, a variabilidade de situações e conexões encontrada foi de acordo com a necessidade de cada cliente, como será visto a seguir.

*A tecnologia de impressão 3D foi citada uma vez pela entrevistada 3, que mais especificamente ao ser questionada, comentou que sua experiência era relacionada à customização de bonecos e fotos em chaveiros de cristais.*

A tecnologia de Realidade Virtual, envolvendo óculos de realidade virtual (AVB), foi citada pela entrevistada 8, que teve sua experiência com a integração do óculos de realidade virtual com um software de arquitetura, os quais tinham integração com o sistema ERP.

Duas entrevistadas não presenciaram ou não recordam de haver presenciado algum tipo de integração de alguma tecnologia da Indústria 4.0, com o sistema ERP com o qual trabalham. Conforme podemos observar no gráfico 1 abaixo, o resumo das tecnologias citadas pelos consultores de sistema ERP.

Gráfico 1 – Tecnologias integradas ao ERP.



Fonte: Dados da pesquisa

Conforme o entrevistado 1, ele já teve diversas experiências envolvendo a tecnologia de Internet das Coisas (IoT) integrada ao ERP, como por exemplo, um sistema de purificação de água, onde há a captação e a leitura dos dados via CLP (Controlador Lógico Programável) em uma envasadora de líquidos, obtendo informações sobre o envase, interligando os sensores com os demais pontos,

direcionando os produtos nos portais com o RFID, onde sabia-se exatamente qual caixa estava saindo na expedição.

O entrevistado 2 também teve experiências com a integração da IoT ao sistema ERP, no setup de máquinas para a máquina realizar a injeção exatamente com o que estava programado, trocas de comunicações de programas de mobile junto ao ERP, sensores RFID, e balança integrada. NOGUEIRA (2002) relata que os sensores RFID consistem basicamente da utilização de uma etiqueta plana, adesiva, de dimensões reduzidas, contendo um microchip em conjunto com sensores especiais e dispositivos que possibilitam a codificação e leitura dos dados contidos na mesma. Desta forma é possível identificar e localizar os produtos e mercadorias na empresa.

O entrevistado 2 ressalta também que na sua área mais atuante (controladoria) é menos comum haver integrações com tecnologias da Indústria 4.0: Um sistema ERP integra toda a empresa, fazendo o fluxo de informação fluir desde as etapas de produção (que é a que geralmente recebe informações de alguma integração com tecnologia da Indústria 4.0), até a parte operacional, finalizando nas etapas de controladoria às vezes manualmente, até o término do processo. Desta forma vemos que, embora seja menos comum, a área de controladoria pode ser beneficiada indiretamente com as integrações da Indústria 4.0 da área de produção, por exemplo: Uma integração com o módulo de produção, acaba indicando ao módulo de MRP, quantos itens filhos devem ser comprados conforme o que foi produzido corretamente, o que gerará as ordens de compras para suprir a próxima produção, finalizando no contas à pagar (controladoria) futuramente.

Os elementos citados pelo entrevistado 2, são pertencentes à automação industrial, conforme SILVA et al. (2018) declara: a tecnologia IoT funciona utilizando exatamente os mesmos elementos da automação industrial, o que muda é que os objetos que usamos, seja na fábrica, no hospital ou em casa, passam a ser originalmente criados e produzidos com essas capacidades de detectar por sensores, processar, atuar e se comunicar com outros objetos.

Notamos, desta forma que, a tecnologia de Internet das Coisas (IoT), quando está relacionada a “coisas”, ou seja, objetos, acessórios, máquinas da área de produção de uma empresa, captará os dados até a parte operacional, fluindo as informações no sistema, então chegando à parte de controladoria, que envolve as áreas fiscal, contábil e financeira da empresa.

A entrevistada 7, que também é da área de controladoria, diz: “Na minha área de controladoria especificamente tem muitas integrações, mas não são com sensores, e sim financeiras, como por exemplo, maquininhas de cartão que coletam os dados para repassar ao ERP ou leitores de chave de acesso e linha digitável”. É notável, desta forma, que, quando temos um objeto, acessório ou máquina à ser integrado com um sistema ERP, os processos em questão da área operacional da organização, sejam eles relacionados à produção ou finanças, são beneficiados positivamente.

No caso da impressão 3D, a entrevistada 3 teve uma experiência com uma empresa que vendia bonecos e fotos em chaveiros de cristais. Já a entrevistada 8 teve experiência com Realidade Virtual utilizada em software de arquitetura. Embora houvesse experiências diversas com integrações de tecnologias da Indústria 4.0 e o sistema ERP, duas pessoas não presenciaram experiências com essas integrações na empresa.

Por fim, dos seis entrevistados que presenciaram integrações, três relatam que a implantação dessas integrações, mais especificamente internet das coisas, foram no momento da implementação do sistema ERP também, isto é, faziam parte do mesmo projeto. Conforme Padilha e Marins (2005), a implantação de sistemas ERP é normalmente complexa, e sua duração pode chegar até três ou quatro anos. Desta forma, verificamos quão importante é planejar um projeto envolvendo a implantação de um sistema ERP em conjunto com alguma tecnologia da Indústria 4.0.

Outros três entrevistados relatam que os clientes já estavam usando o ERP, e implementaram por si só tais integrações com as tecnologias, neste caso, internet das coisas, impressão 3D e realidade virtual.

Nas empresas que implementaram tais tecnologias citadas pelos entrevistados, houve a necessidade de realizar os questionamentos na entrevista para termos o conhecimento do porte e ramo destas empresas, o que veremos na próxima seção.

## **4.2 PORTE E RAMO DAS EMPRESAS ADOTANTES**

Neste capítulo será apresentado o porte e o ramo das empresas que tiveram as tecnologias da indústria 4.0 implementadas em um sistema ERP, citadas anteriormente, a fim de compreender com maior detalhamento as suas operações.



De acordo com o BNDES (2021), uma microempresa possui receita operacional bruta anual ou renda anual menor ou igual a R\$ 360 mil, uma pequena empresa possui receita maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões, uma média empresa possui receita maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões e uma grande empresa possui receita maior que R\$ 300 milhões, conforme o quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Classificação de porte conforme o BNDES

<b><u>Classificação</u></b>	<b><u>Receita operacional bruta anual ou renda anual</u></b>
Microempresa	Menor ou igual a R\$ 360 mil
Pequena empresa	Maior que R\$360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões.
Média empresa	Maior que R\$4,8 milhões e menor ou igual a R\$300 milhões.
Grande empresa	Maior que R\$ 300 milhões.

Fonte: Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES).

Nenhuma microempresa ou pequena empresa foi citada pelos consultores nas entrevistas, em contrapartida, empresas de médio porte foram citadas quatro vezes, e empresas de grande porte, foram citadas duas vezes.

As empresas de grande porte citadas, atuam nos seguintes setores: indústria plástica e empresa de arquitetura, enquanto que as de médio porte citadas atuam nos setores: indústria de produtos naturais, varejo de cristais, e-commerce e comércios em geral. Duas entrevistadas não foram questionadas quanto ao ramo e porte, pois não tiveram experiências relacionadas à Indústria 4.0.

Na próxima seção, compreenderemos quais foram os benefícios e desafios da implementação das tecnologias citadas anteriormente, integradas ao sistema ERP dessas empresas.

### **4.3 BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NAS EMPRESAS ADOTANTES**

A fim de melhor compreender os benefícios e desafios da implementação das tecnologias nas empresas adotantes, nesta seção serão apresentados três tópicos:

quais áreas organizacionais das empresas adotantes foram beneficiadas, quais os benefícios gerais as empresas tiveram ao implementar tais tecnologias e por fim, quais desafios as empresas tiveram ao integrar as tecnologias 4.0 ao sistema ERP, conforme os entrevistados.

Um sistema ERP por si só, já possui os departamentos e áreas organizacionais através dos módulos, conforme TARN et al. (2002), o principal objetivo de um sistema ERP é unificar diversos departamentos de uma empresa através do sistema. Entretanto, a integração de alguma tecnologia da indústria 4.0 com sistema ERP, a qual possivelmente alimentará os módulos do mesmo, pode beneficiar mais uma área organizacional que outra.

Quanto às áreas organizacionais beneficiadas, os entrevistados, ao serem questionados, indicaram a área de vendas, e a área financeira e a área de operações.

Primeiramente, considerando o uso da tecnologia de impressão 3D, lembramos que SILVA et al. (2018), declaram que a impressão 3D permite imprimir objetos a partir de figuras 3D, o que amplia as possibilidades de criação sem necessidade de haver uma larga produção, já que se “imprime” exatamente o objeto desejado. A entrevistada 3 relata que a empresa que adotou essa tecnologia de impressão 3D, vendia chaveiros de cristais por impressão 3D, e que todos os clientes compravam ao menos um chaveiro de lembrança, tratando-se de algo muito inovador, havendo desta forma melhora nas vendas por tratar-se de ser um produto inovador.

Já quanto aos benefícios para a área financeira, a entrevistada 7 disse: “Quem mais precisa das informações da integração (Internet das Coisas relacionada à máquina de cartão de crédito), é a área financeira”.

A área de operações também foi citada pelo entrevistado 1, que relata uma influência na área financeira também: “pelo fato de não ter mais o erro operacional, e o fator humano para captar as informações, impacta também na parte financeira, pois qualquer variação de gramatura, ou peso, ou quilos que tu tem na pesagem, afetando a área de compras (contas à pagar), ou também na parte que está faturando, vendas (contas à receber), pois o cliente vai estar ganhando e tu vai estar perdendo, então tem que equalizar isso”.

Quanto à área de logística, o entrevistado 4 relata que houve melhora na localização das mercadorias no estoque. No caso da tecnologia de IoT

implementada na empresa de injeção plástica, onde ocorria a injeção conforme setup pré-programado, conforme o entrevistado 2, houve melhora na área de produção.

A seguir no gráfico 2, é possível visualizar as áreas organizacionais citadas, onde a área de vendas foi a mais citada, seguida pela área financeira, e demais áreas.

Gráfico 2 - Áreas organizacionais citadas na entrevista.



Fonte: Dados da pesquisa

Já conforme a entrevistada 8, todas as áreas organizacionais foram beneficiadas com a implementação da tecnologia de Realidade Virtual na empresa de arquitetura mencionada. É válido ressaltar que, estes relatos referem-se às experiências e visões dos consultores, afinal, para saber de fato se uma área organizacional de uma empresa teve melhora significativa com a implementação de uma tecnologia, seria necessário um levantamento mais aprofundado com indicadores.

Além destas áreas organizacionais, conforme os entrevistados, houve outros benefícios com a integração de tecnologias 4.0 com o ERP. Quando questionada sobre os benefícios da realidade virtual, a entrevistada 8 apontou que a experiência com o usuário foi um grande benefício: “A implementação da tecnologia (Realidade Virtual) pode demonstrar ao usuário como realmente ficará o projeto deles (de

arquitetura), então eles trabalham com AVB (óculos de realidade virtual), e eles utilizam para captação de clientes e experiências com usuários. ”.

Conforme Kirner e Siscoutto (2007) a Realidade Virtual (RV) propicia a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador, que também pode ser usada para enriquecer a experiência do usuário. Isto é, a experiência de ver o projeto arquitetônico através de um óculos de realidade virtual tornou a experiência dos clientes da empresa de arquitetura, algo único e inovador.

Quanto aos clientes que implementaram ao sistema ERP elementos com tecnologia IoT (Internet das Coisas), segundo os entrevistados as empresas adotantes tiveram benefícios como: segurança no processo, agilidade no processo produtivo, menor custo e uma venda mais assertiva de quantidades e compromissos, melhor localização das mercadorias no estoque, automatização do processo (evitando erro manual na conciliação entre o cartão de crédito e o ERP, por exemplo), economia nos gastos e diminuição da poluição. Notamos desta forma que os benefícios da tecnologia de IoT estão relacionados mais fortemente às operações das empresas, principalmente às atividades de chão de fábrica.

Todavia, para integrar estas tecnologias ao sistema ERP nas empresas houve diversos desafios, descritos no quadro 4.

Quadro 4 - Desafios ao integrar tecnologias 4.0 ao ERP.

<u>Desafio</u>	<u>Tecnologia</u>
Quebra de paradigma.	Internet das coisas.
Sair da zona de conforto.	Internet das coisas.
Mudanças nos processos.	Realidade Virtual.
Desafios culturais.	Internet das coisas.

Fonte: Dados da pesquisa

**Quebra de paradigma:** Ocorre quando há um modelo padrão sendo realizado de uma maneira, e o mesmo é modificado ocasionando mudanças nas crenças assim como nas tarefas, como por exemplo a implementação de uma integração envolvendo sensores RFID na área de produção, a fim de localizar matérias-primas e produtos finais, facilitando os processos. Com isso há uma quebra de paradigma

de como as fábricas ainda operam sem essa tecnologia, em diversas partes do mundo.

**Sair da zona de conforto:** Ocorre quando as mudanças referentes à integração implementada ocasionarão atividades laborais novas à serem executadas, o que requer um maior esforço por parte dos gestores e/ou colaboradores. Por exemplo: A implementação de um sistema complementar de integração em conjunto com sistema ERP, onde ambos precisam ser alinhados, configurados e alimentados frequentemente.

**Mudanças nos processos:** Ocorre quando as mudanças referentes à integração implementada ocasionarão modificações nos processos de uma ou mais áreas organizacionais da empresa. Por exemplo, o processo de vendas de projetos arquitetônicos prontos ao cliente, que antes podia observar seu projeto arquitetônico através de imagens em 3D, é alterado para oferecer uma nova experiência, onde o cliente poderá observar com detalhes através dos óculos de realidade virtual.

**Desafios culturais:** Ocorre quando as mudanças referentes à integração implementada ocasionarão desafios culturais a serem enfrentados pela empresa. Por exemplo, o direcionamento de caixas em uma fábrica que antes era realizado manualmente pelos colaboradores, é substituído por outras atividades laborais mais voltadas ao controle dos novos equipamentos e de informações a serem alimentadas nos sistemas, sendo este um desafio cultural onde atividades laborais fabris antigas permaneceriam sem modernização.

Dois consultores não acompanharam o processo, ou não souberam responder quanto aos desafios que a empresa teve ao implementar tais tecnologias. Já a entrevistada 7 relata que o desafio seria direcionado à empresa desenvolvedora do software que faz a integração, pois o mesmo precisa acessar via webservice as informações da VAN (Rede de Valor Agregado) ou da adquirente de cartão de crédito, para então receber as informações das vendas via cartão de crédito, posteriormente dos pagamentos das parcelas de fato realizados, levando para o sistema do cliente. Neste caso, a empresa adotante adquiriu um outro software integrador (add-on) para que exerça tal função.

Após termos conhecimento dos benefícios e desafios que as empresas adotantes tiveram ao implementar tecnologias da indústria 4.0 integradas ao ERP, conheceremos com maiores detalhes na próxima seção, os objetos e/ou equipamentos que foram integrados.

#### 4.4 OBJETOS E/OU EQUIPAMENTOS INTEGRADOS

Nesta seção conheceremos melhor os objetos e equipamentos que foram integrados com as tecnologias citadas anteriormente ao sistema ERP dos clientes. Para isso, foram extraídas de sites diversos, imagens dos objetos e equipamentos a fim de facilitar o entendimento.

Figura 2 - Balança industrial para caminhões



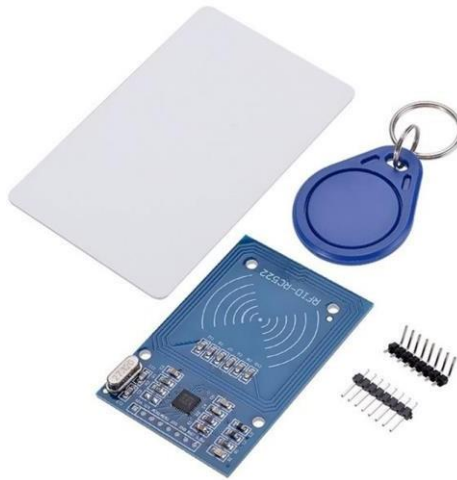
Fonte: Site Balanças Confiança.

Figura 3 - Leitor de código de barras



Fonte: Site Magazine Luiza.

Figura 4 - Sensor Cartão e Chaveiro p/ Arduíno RFID



Fonte: Site Mundial Componentes Eletrônicos.

Balanças industriais feitas sobre medida, balanças bidirecionais, leitores de código de barras, Sensores RFID, sistemas de arduino, esteiras industriais, e injetoras de plástico, foram citados pelos entrevistados, por fazerem parte de integrações com sistema ERP já vistas, utilizando a internet das coisas.

Figura 5 - Arduino Mega



Fonte: Site Red Bull.

Figura 6 – Esteira Transportadora



Fonte: Site Siembra Automação.

Figura 7 – Injetora de Plástico



Fonte: Site Soluções Industriais.

Conforme a entrevistada 3, a impressora 3D fazia integração com o ERP de retaguarda, que por sua vez se interligava a outro sistema de frente de caixa. A empresa vendia chaveiros em cristais os quais eram moldados por uma impressora 3D.

Figura 8 - Impressora 3D Creality 3D® - Placa de 32 Bits



Fonte: Site Loja 3D.



Outra tecnologia citada, neste caso pela entrevistada 8, foi a Realidade Virtual, que integrava a um sistema ERP em uma empresa de arquitetura, onde os projetos arquitetônicos dos clientes podiam ser vistos através dos óculos de realidade virtual.

Figura 9 - Óculos Realidade Virtual 3D.



Fonte: Site AJPlace.

Por fim, outros objetos e equipamentos citados foram: Torres de leitura, máquinas de cartão de crédito (sem fio), aberturas e fechaduras de cortinas (via arduíno), controles de ar-condicionado e pontos elétricos.

Nesta seção observamos que há diversos objetos e equipamentos que podem ser integrados com um sistema ERP, através das experiências dos consultores de ERP. Evidentemente a variedade de objetos e equipamentos que podem ser integrados é ainda maior, a adequar-se à realidade de cada empresa, fazendo com que na maioria das vezes as operações sejam otimizadas. Todavia, surge uma questão: Essas integrações trazem impactos positivos ou negativos para os clientes e fornecedores destas empresas adotantes? A seguir veremos os impactos dessas integrações nessas empresas.

#### **4.5 IMPACTO NOS CLIENTES E FORNECEDORES DAS EMPRESAS ADOTANTES**

Nesta seção serão apresentados os impactos das integrações implementadas nos clientes e fornecedores das empresas adotantes. Conforme a entrevistada 3, “Todo cliente saía com um produto da impressora 3D, por ser algo inovador”, isto é, impactou diretamente nas vendas com os clientes.

Já conforme a entrevistada 7, onde citou integração com máquina de cartão de crédito (relacionada à IoT), “O maior benefício foi para a própria empresa. Não saberia te dar exemplos de clientes nas minhas experiências, não me lembro”.

Ainda envolvendo IoT, o entrevistado 1 diz que um impacto importante foram as quantidades exatas ao vender a mercadoria ao cliente. Assim como o entrevistado 2: “Uma venda mais assertiva, de quantidades e compromissos”.

Os impactos aos clientes com o uso da realidade virtual, conforme a entrevistada 8, foram: “Teve um grande impacto nos clientes, pois hoje conseguem demonstrar e passar toda a experiência para o cliente ao vivo”.

Por fim, um entrevistado não soube responder se houve impacto nos clientes.

Ao questionar sobre os impactos aos fornecedores, as respostas também foram positivas. Conforme os entrevistados 1 e 2, as quantidades exatas ao receber a mercadoria foi um impacto positivo.

No caso da empresa de cristais, que integrou a impressora em três dimensões, segundo a entrevistada 3 eles mesmos produzem os cristais, então a matéria-prima era deles mesmos.

Outros três entrevistados não souberam apontar impactos aos fornecedores das empresas adotantes as quais participaram da consultoria. No próximo capítulo veremos os pontos positivos e negativos das integrações nas empresas adotantes.

#### **4.6 PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DAS INTEGRAÇÕES**

Neste capítulo serão apresentados os pontos positivos e negativos identificados pelos consultores entrevistados, nas integrações realizadas pelas empresas adotantes.

Como pontos positivos, foi apontado pelo entrevistado 1, um maior controle dos processos, tendo a certeza de que a empresa não será burlada.

Ainda envolvendo a tecnologia de internet das coisas, o entrevistado 2 relata que os pontos positivos foram: “Ganho de agilidade na produção e uma forma mais controlada e dinâmica (menos dispendiosa de perdas), pois quando tu tem uma automação e uma integração bem amarrada, tu ganha tempo, e reduz o custo da operação”.

Uma melhor organização das mercadorias no estoque e almoxarifado, a veracidade das informações, a agilidade no processo e economia, também foram pontos positivos relacionados à tecnologia de IoT.

Quanto à tecnologia de impressão em 3D, a entrevistada 3 identificou como ponto positivo, ser um produto inovador: “Ser algo inovador, um atrativo diferente, que não serve para todos os ramos, mas para essa empresa serviu muito bem”.

A experiência do usuário com o produto também foi relevante quanto à tecnologia de Realidade Virtual, conforme a entrevistada 8, com os óculos de realidade virtual, os clientes: “conseguem passar toda experiência e se sentir dentro do projeto dele, dentro da casa dele mobiliada ou montada, da empresa dele, então é uma experiência muito positiva”.

Por outro lado, quanto aos pontos negativos, o entrevistado 1 indica a redução do quadro de funcionários por conta da automação que a integração proporcionou.

Segundo ALBERTIN (2001), os esforços organizacionais para a assimilação e utilização de TI são realizados na forma de projetos de TI. O entrevistado 2 ressalta como ponto negativo que a implementação do projeto pode se tornar cara, todavia dependendo do ponto de vista: “Negativo tu podes pensar que ele se torna caro no sentido de que fazer uma automação, uma integração, exige um projeto bem elaborado. Mas não é negativo se isso vai te beneficiar durante o processo, só se o projeto for mal dimensionado ou executado, se não, só vejo pontos positivos”.

O custo também foi citado pela entrevistada 8, que como consultora de ERP atendeu uma empresa de arquitetura, em uma integração entre sistema ERP e óculos de realidade virtual: “Talvez a questão do custo, pois em conjunto com o ERP há um custo bastante elevado para implementar”.

Por fim, entrevistada 7 ressalta que podem ocorrer falhas nas integrações, já que depende-se da internet. Três entrevistados não viram pontos negativos nas integrações, em suas experiências como consultores de ERP.

Embora o custo haja sido citado pela maioria dos entrevistados, conforme Sung (2018) a maioria das tecnologias utilizadas na Indústria 4.0 foi desenvolvida há anos e, embora algumas poucas tecnologias ainda não estejam totalmente prontas para um uso em grande escala, muitas estão agora em um ponto em que a disponibilidade, a confiabilidade e o custo são atraentes o suficiente para aplicações industriais.

Através quadro 5 a seguir, é possível visualizar os pontos positivos e negativos interligados às tecnologias correspondentes.

Quadro 5 - Pontos positivos e negativos e suas tecnologias correspondentes.

<b>Tecnologia</b>	<b>Pontos Positivos</b>	<b>Pontos Negativos</b>
<b>Internet das Coisas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior controle dos processos.</li> <li>• Ganho de agilidade na produção e redução de custo.</li> <li>• Melhor organização das mercadorias no estoque.</li> <li>• Veracidade das informações.</li> <li>• Economia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do quadro de funcionários.</li> <li>• Custo elevado.</li> <li>• Falhas nas integrações, pois depende-se da internet.</li> </ul>
<b>Realidade Virtual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiência do usuário com o produto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo elevado.</li> </ul>
<b>Impressão 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerar produtos inovadores.</li> </ul>	Nenhum ponto negativo identificado.

Fonte: Dados da pesquisa

Na próxima seção, veremos como os entrevistados classificam o nível de adoção das tecnologias da Indústria 4.0, de maneira geral no mercado brasileiro.

#### **4.7 NÍVEL DE ADOÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MERCADO BRASILEIRO**

Neste capítulo, serão apresentados os níveis de adoção das tecnologias 4.0 no mercado brasileiro, segundo os entrevistados. Após serem realizadas as perguntas referentes às experiências que os consultores tiveram com clientes que integraram alguma tecnologia da Indústria 4.0 ao sistema ERP, os mesmos foram questionados

como classificariam o nível de adoção destas tecnologias no mercado brasileiro, conforme o quadro 6 abaixo.

Quadro 6 - Níveis de adoção das tecnologias no mercado brasileiro.

Nível	Adoção
→ Baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>De modo geral as empresas brasileiras não estão integrando ou estão adotando muito pouco, as tecnologias da Indústria 4.0.</li> </ul>
→ Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algumas empresas brasileiras estão adotando as tecnologias da Indústria 4.0, porém outras ainda não estão adotando.</li> </ul>
→ Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>A maioria das empresas brasileiras já estão adotando as tecnologias da Indústria 4.0, embora algumas estejam adotando pouco.</li> </ul>
→ Muito Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todas, ou quase todas as empresas brasileiras já estão adotando as tecnologias da Indústria 4.0.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sete dos oito entrevistados classificaram o nível como médio, e uma entrevistada classificou o nível como ainda baixo. Conforme o entrevistado 1, o questionamento depende do ponto de vista:

“se for analisar o mercado como um todo, o nível é classificado como médio, entretanto, dependendo do ramo o nível é alto, pois indústrias de grande porte já vêm implementando as tecnologias desde quando surgiu a onda e os comentários para a automatização dos processos, já os pequenos muitos não conseguem acompanhar, devido a parte operacional não ser tão bem executada, perdendo espaço no mercado. E as médias empresas estão evoluindo bem, as empresas as quais tenho contato, estão cada vez mais buscando formas de se enquadrar e aplicar os benefícios da indústria 4.0”.

O entrevistado 2 destaca que notou um aumento na busca por um ERP mais robusto na região sul do Brasil, classificando como nível médio. A entrevistada 3 responde: “Eu diria que médio. Acho que está tendo um grande interesse em relação a isso, até com a forma com que as coisas mudaram ultimamente. As grandes empresas já usam”.

A entrevistada 6 classifica como um nível médio de adoção, e destaca que não é só no Brasil, mas todo mundo, está se querendo ser o mais tecnológico possível e automatizar as informações, porém, muitas empresas não têm saúde financeira para contratar esses tipos de tecnologias.

O entrevistado 4, a entrevistada 5 e a entrevistada 7 também classificaram como um nível médio de adoção. E a entrevistada 8 classifica o nível como baixo, e ressalta:

“Acho que tem muito o que crescer e entender o que essas tecnologias podem proporcionar de melhorias, e hoje não vejo a indústria muito aberta para implementar essas coisas no ERP. A maioria das empresas eu não vejo implementar, são poucas as que implementam junto ao ERP, e acho que ainda está muito baixo pois há muito o que crescer”.

Nenhum entrevistado classificou o nível de adoção das tecnologias da Indústria 4.0, como alto ou muito alto, indicando que no mercado brasileiro, de forma geral, as empresas não estão implementando tais tecnologias com intensidade. A seguir no próximo capítulo, veremos quais foram os fatores motivadores e barreiras apontados frente a esses níveis de adoção, conforme os entrevistados.

#### **4.8 FATORES MOTIVADORES E BARREIRAS FRENTE AO NÍVEL DE ADOÇÃO**

Nesta seção serão apresentados os fatores motivadores, e barreiras, frente ao nível de adoção indicado na seção anterior, conforme os entrevistados. Quanto aos fatores motivadores, o entrevistado 1 indica que a competitividade no mercado é um fator que motiva as empresas:

“Ser competitivo no mercado, a partir do momento que você é um pouco mais alinhado e rápido, isso tende a ter mais agilidade no processo quando automatiza e consegue também ser mais competitivo, não pelo prazo de entrega, mas também consegue apurar melhor o teu custo, consegue ter

uma ideia de quanto o teu produto realmente vale. Não fica trabalhando em cima de análises que não são coerentes”.

Fatores como uma melhor organização, ganhos gerais para a empresa e ganhos financeiros também foram citados pelos entrevistados. A entrevistada 6 acredita que se as empresas tivessem condições, a maioria faria esse tipo de contratações.

Evidentemente cada empresa tem seu fator motivacional, ao integrar com seu sistema ERP uma tecnologia da indústria 4.0, entretanto, tais fatores como competitividade no mercado, e ganhos gerais para a empresa, são fatores que na maioria das vezes estarão presentes.

Um fator não citado pelos entrevistados, foi o de contribuir para a sociedade, seja para a cidade, estado, ou país, onde a empresa está inserida. Esta é uma contribuição que não necessariamente precisa estar vinculada às organizações sem fins lucrativos, ou a ganhos financeiros e captura de novos clientes, afinal uma empresa pode ter projetos e ideais relacionados a combater carências ou debilidades específicas da sociedade a qual está incluída, assim como usar tecnologias 4.0 para fins de sustentabilidade de recursos naturais, por exemplo.

Quando questionados sobre as barreiras existentes para essas integrações no mercado brasileiro, sete dos oito entrevistados citaram o custo como principal barreira.

Conforme o entrevistado 1

“pesa muito na implementação de tecnologias da indústria 4.0, tanto inteligência artificial e machine learning, tem um custo muito alto pois deve-se ter um profissional programando e fazendo as análises, criando a tua cadeia neural para conseguir ter esse tipo de inteligência. A robótica é muito caro também, a IoT é mais em conta, mas a empresa precisa sair da parte mais arcaica, precisa ter a visão que implementando esse tipo de tecnologia consegue trazer mais benefícios, muitos hoje em dia não veem isso como um investimento, mas sim como uma despesa”.

Segundo o entrevistado 2, outros fatores como a taxa de câmbio também podem ser uma barreira:

“tu ter uma tecnologia, uma inteligência artificial, uma máquina mais robusta de produção, que seja mais eficiente que o processo manual, é difícil tu ter uma produção deste nível, aí tu tem que buscar fora (em outros países), a questão do aumento do dólar, e esse caos da economia, fica mais difícil empresas de pequeno e médio porte terem acesso”.

A questão cultural nas empresas foi citada por três entrevistados como uma barreira para a implementação das tecnologias, conforme a entrevistada 3 “Eu acho que uma barreira é a questão cultural das empresas. Nas empresas que acabaram vendo uma oportunidade e aderiram. Mas ainda vemos empresas que os gestores são de uma época anterior à nossa, que tem uma cultura que não se arriscam”.

Conforme a entrevistada 8, por tratar-se de integrações com ERP, deve valer muito a pena para o cliente: “Dependendo do projeto tem que valer muito a pena para o cliente querer investir e adaptar isso ao ERP que tem até hoje funcionando, ou até colocar um novo ERP que é toda uma questão de mudança de cultura dentro da empresa”.

De fato, nem todas as empresas possuem um sistema ERP apto para integrações, ressalta a entrevistada 8 como uma barreira: “Também a questão do ERP ser adaptável as integrações, há alguns ERP’s que não aceitam vários tipos de integrações. São coisas que precisam ser pensadas e criadas”.

Por fim, a falta de conhecimento e mão de obra qualificada foram citadas também como barreiras. A seguir no quadro 7 será possível visualizar um resumo dos fatores motivadores e barreiras.

Quadro 7 - Resumo dos fatores motivadores e barreiras.

<b>Fatores Motivadores</b>	<b>Barreiras</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competitividade.</li> <li>• Melhor organização.</li> <li>• Ganhos financeiros.</li> <li>• Ganhos gerais para a empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo Elevado.</li> <li>• Alta do dólar.</li> <li>• Caos na economia.</li> <li>• Falta de conhecimento das empresas e mão de obra qualificada</li> <li>• Questões culturais nas empresas.</li> <li>• ERP precisa ser adaptável.</li> </ul>

Fonte: Dados da pesquisa



Neste capítulo foi apresentada a análise dos dados, onde podemos verificar detalhadamente nas seções. No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões finais da pesquisa, obtidas com o estudo de caso realizado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais obtidas com o estudo de caso que foi realizado buscando compreender como os sistemas ERP estão sendo adaptados para a Indústria 4.0 no contexto brasileiro.

A fim de analisar as particularidades gerais dos ERPs, e de que forma as tecnologias da Indústria 4.0 estão sendo integradas com esses sistemas (primeiro objetivo específico do trabalho), verificou-se que a tecnologia da indústria 4.0 que mais foi integrada conforme as entrevistas, foi a de IoT (Internet das Coisas), que conforme GALEGALE (2016), torna necessária uma avaliação de estratégias, benefícios e dificuldades enfrentadas na aplicação da tecnologia. As possibilidades de integrações possíveis utilizando a IoT são inúmeras, e isso facilita no momento de integrar a um sistema ERP. A IoT foi citada, sendo seguida pelas tecnologias de impressão 3D e realidade virtual, cada uma citada uma vez. Duas entrevistadas não presenciaram ou não recordam de haver presenciado algum tipo de integração de alguma tecnologia da Indústria 4.0 com o ERP com o qual a empresa trabalha.

No caso da impressão 3D, havia a utilização de um software específico para impressões 3D, que integrava-se com um sistema de retaguarda, que por sua vez integrava-se a um outro sistema de frente de caixa. Os objetos e/ou equipamentos integrados foram: balanças industriais feitas sobre medida, balanças biodirecionais, leitores de código de barras, CLP (controlador lógico programável), sensores RFID, sistemas de arduíno, esteiras industriais, injetoras de plástico, impressora 3D, óculos de realidade virtual, aberturas e fechaduras de cortinas, torres de leitura e máquinas de cartões de crédito.

Apenas empresas de médio e grande porte foram citadas como adotantes dessas tecnologias. Das empresas que tiveram integrações efetivadas, as empresas de grande porte foram dos ramos: injetora plástica, arquitetura e comércio varejista, enquanto que as de médio porte citadas foram dos ramos: cerealistas, supermercados, varejo, atacado, indústrias em geral, varejo de cristais, empresa de games, e-commerce e comércios em geral.

Nota-se que as micro e pequenas empresas talvez possuam menores integrações com sistemas ERP justamente por possuírem um sistema não tão bem

estruturado ou até mesmo não possuírem algum sistema ERP, além dos custos de implantação, que foram citados como uma importante barreira.

As empresas que fizeram integração utilizando a IoT, conforme os entrevistados, reduziram o trabalho manual que antes era realizado por funcionários, entretanto para uma empresa em específico, houve a redução do quadro dos funcionários. Os clientes destas empresas adotantes, tiveram novas experiências, principalmente quando a tecnologia estava diretamente relacionada ao produto final oferecido ao cliente (Realidade Virtual e Impressão 3D). Assim como vendas mais assertivas no quesito quantidades e compromissos (Internet das Coisas). Isto se relaciona com o segundo objetivo específico do trabalho, que buscou identificar de que forma está se dando a integração de um sistema ERP com as tecnologias da Indústria 4.0 nas empresas usuárias desses sistemas.

Quanto ao terceiro objetivo específico do trabalho: “Identificar os desafios enfrentados no processo de integração de tecnologias da Indústria 4.0 a um sistema ERP.” Os desafios identificados pelos entrevistados foram: quebras de paradigmas e mudanças na empresa adotante, sair da zona de conforto (para implementar tal integração), mudanças nos processos organizacionais e desafios culturais. Dois consultores não acompanharam este processo e não souberam responder tal questionamento. Evidentemente cada empresa possuirá seu próprio desafio ao implementar alguma tecnologia da Indústria 4.0 ao sistema ERP, entretanto, a mudança provavelmente será em todos níveis organizacionais: nível estratégico da alta gestão, nível tático, e nível operacional.

A fim de concretizar o último objetivo específico do trabalho: “identificar os pontos positivos e negativos das implementações de tecnologias da Indústria 4.0, já incorporadas a um sistema ERP”, foram levantados os pontos positivos e negativos com os entrevistados. A confiabilidade, isto é, a certeza de que a empresa não será burlada na hora da compra ou venda, o ganho de agilidade na produção, uma melhor organização das mercadorias no estoque e almoxarifado, veracidade das informações, economia, assim como a inovação, foram pontos positivos das integrações apontados pelos entrevistados. Já como pontos negativos foram citados o custo elevado para implementação, a redução do quadro de funcionários e as falhas nas integrações (pois depende-se da internet).

Conforme os entrevistados, de maneira geral, o nível de adoção das tecnologias da Indústria no contexto brasileiro 4.0 é médio, isto é, algumas

empresas brasileiras estão adotando as tecnologias da Indústria 4.0, porém outras ainda não estão adotando. Este nível é médio, devido ao custo elevado, a alta do dólar, certo caos na economia, falta de conhecimento das empresas, questões culturais nas empresas, e devido ao ERP que precisa ser adaptável à integração. Por outro lado, a competitividade, uma melhor organização da companhia, ganhos financeiros e ganhos gerais para a empresa motivam os empresários.

Com os resultados podemos observar que as empresas adotantes das tecnologias da Indústria 4.0 obtiveram ganhos, o que corrobora HADDARA e ELRAGAL (2015), hoje em dia, as máquinas estão conectadas como uma comunidade colaborativa, alcançando uma interação sem falhas entre as máquinas circundantes, e seus sistemas correspondentes transformam máquinas regulares em máquinas autoconscientes ou inteligentes e, posteriormente, melhora seu desempenho no ambiente onde atua.

O presente trabalho teve grande importância para o pesquisador, pois alinhou os conhecimentos aprendidos no decorrer do curso de graduação, com os conhecimentos laborais assim como com a experiência em realizar uma pesquisa com consultores de sistema ERP com diferentes graus de experiências. Além disso, o estudo pode ser disponibilizado para outros estudantes, ou órgãos, a fim de melhor compreenderem sobre como as tecnologias da Indústria 4.0 estão sendo implementadas nas empresas brasileiras.

## REFERÊNCIAS

AJ Place. **Óculos Realidade Virtual 3D Gamer Hedeon**. Disponível em: <<https://www.ajplace.com.br/oculos-realidade-virtual-3d-gamer-hedeon-com-fone-de-ouvido-preto-warrior---js086-710278/p>>, acesso em: 15 de novembro de 2021.

ALBERTIN, Alberto Luiz. **Valor estratégico dos projetos de tecnologia de informação**. Revista de Administração de Empresas Referencias, v. 41, n. 3, jul.- ^ set. 2001.

ALBERTÃO, Edmar Sebastião. E.R.P. Sistemas de Gestão Empresarial – **Metodologia para avaliação, seleção e implantação para pequenas e médias empresas**. São Paulo: Ed. Iglu, 2001.

ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 10ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Azuma, R.; Bailiot, Y.; Behringer, R.; Feiner, S.; Julier, S.; MacIntyre, B. “**Recent Advances in Augmented Reality**.” **IEEE Computer Graphics and Applications**, p. 34- 47, 2001.

Balanças Confiança. **Balança para pesagem de caminhão preço**. Disponível em: <<https://www.balancasconfianca.com.br/balanca-pesagem-caminhao-preco>>, acesso em: 15 de novembro de 2021.

BEAL, Adriana. **Introdução à Gestão de Tecnologia da Informação**. Eng. MBA, 2001. Disponível em: <<http://grupoatarp.com/tiplanning/ti.pdf>>. Acesso em: 18 de outubro de 2020.

BUCKHOUT, S.; FREY, E.; NEMEC JR., J. **Por um ERP eficaz**. *HSM Management*. p. 30-36, set./out. 1999.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Persona, 1995.

BASHIR, Imran. **Mastering blockchain: distributed ledgers, decentralization and smart contracts explained**. Packt: Birmigham, UK, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA- CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Oportunidades para a Indústria 4.0 : aspectos da demanda e oferta no Brasil**. Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2017. 55 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016.

CORRÊA, H. C.; GIANESI, I.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Gianesi Corrêa & Associados, Atlas, 1997.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

DUAN, Lian; XU, Li Da. Big data for cyber physical systems in industry 4.0: a survey. **Enterprise Information Systems**, [S.l.], v. 13, article 2, p. 148 – 169, 2019.

FIRJAN. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**. 2016.

Flick, U. (2009). **Qualidade na pesquisa qualitativa: coleção pesquisa qualitativa**. Bookman Editora.

GALEGALE, Gustavo Perri et al. **INTERNET DAS COISAS APLICADA A NEGÓCIOS - UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO**. JISTEM J.Inf.Syst. Technol. Manag., São Paulo, v. 13, n. 3, p. 423-438, dez. 2016.. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-17752016000300423&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-17752016000300423&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 Out, 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**. In: **Hawaii International Conference on Systems Science**. 2016. p. 3928–3937.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. **Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review**. Working Paper, [S.l.], n. 1, 2015.

HADDARA, Moutaz; ELRAGAL, Ahmed. **The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future**. Oslo, Noruega, 07 a 09 de Outubro de 2015. Disponível em: <[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915027337/pdf?md5=0ef98871f2b51a7b9215997d85750ff6&pid=1-s2.0-S1877050915027337-main.pdf&\\_valck=1](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915027337/pdf?md5=0ef98871f2b51a7b9215997d85750ff6&pid=1-s2.0-S1877050915027337-main.pdf&_valck=1)>, acesso em: 30 de ago. de 2020.

KAGERMANN, H et al. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie**. 2013

KIRNER, C. AND SISCOOTTO, R. 2007. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto E Aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC.

KERZNER, H. **Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling**. New York : Van Nostrand Reinhold, 1995.

KEEN, P.G.W. **Information Technology And The Management Theory: The Fusion Map**. IBM Systems Journal, v.32, n.1, p.17-38, 1993.

Loja 3D. **Impressora 3D Creality 3D® - Placa de 32 Bits**. Disponível em <<https://www.loja3d.com.br/impressora-3d-importada/impressora-3d-creality-3d-ender-3>>, acesso em: 15 de novembro de 2021.

LOPES, C.B.; SILVA, R.H.; ROCHA, W.A. **Sistemas de produção MRP e MRP II**. In: Congresso de Pesquisa Científica: Inovação, ética e sustentabilidade. 2. Anais São Paulo: FATEC-SP, 2012. p. 151-158.

Magazine Luiza. **Leitor Código de Barras com fio laser code scanner**. Disponível em: <<https://www.magazineluiza.com.br/leitor-codigo-de-barras-com-fio-laser-code-scanner-1d-cela/p/bkc1hk626g/pi/lcbr/>>, acesso em: 15 de nov. de 2021.

MALHOTRA, Naresch K. **Pesquisa de Marketing: Uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

Mundial Componentes. **Modulo Sensor Cartão + Chaveiro p/ Arduino**. Disponível em: <<https://mundialcomponentes.com.br/produtos/detalhes/modulo-sensor-cartao-chaveiro-p-arduino-mfrc-522-rfid-rc522-mifare/>> acesso em: 15 de novembro de 2021.

NOGUEIRA, Isabel Cristina. **Gerenciando a biblioteca do amanhã: tecnologias para otimização e agilização dos serviços de informação**. In: SNBU, 12, Recife, 2002. Anais... Disponível em: <[http://repositorio.febab.org.br/files/original/29/4065/SNBU2002\\_058.pdf](http://repositorio.febab.org.br/files/original/29/4065/SNBU2002_058.pdf)>. Acesso em: 06 de abr. 2021.

OLIVEIRA, Lindomar Subtil de; HATAKEYAMA, Kazuo. **Um estudo sobre a implantação de sistemas ERP: pesquisa realizada em grandes empresas industriais**. Prod., São Paulo, v. 22, n. 3, p. 596-611, ago. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132012000300018&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132012000300018&lng=en&nrm=iso)> Acesso em: 17 Out. 2020.

**O que é Machine Learning e como utilizar?**. IBM Brasil. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/analytics/machine-learning>>. Acesso em: 06 de abr. de 2021.

PADILHA, Thais Cássia Cabral; MARINS, Fernando Augusto Silva. **Sistemas ERP: características, custos e tendências**. Prod., São Paulo, v. 15, n. 1, p. 102-113, Abr. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132005000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132005000100009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29 Nov. 2020.

PILKINGTON, M. **Blockchain technology: principles and applications**. In : OLLEROS, F. X.; ZHEGU, M; ELGAR, E. (eds.). Research Handbook on Digital Transformations, 24 set. 2015. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2662660>>. Acesso em: 06 nov. 2021.

PORCELLI, Adriana Margarita. **Un hito jurídico sobre Internet de las Cosas: la Ley de California nº 327 del año 2018 vigente a partir del 1 enero del 2020**. Rev. direito GV, São Paulo, v. 16, n. 1, e1953, 2020. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-24322020000100408&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-24322020000100408&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 Out, 2020. Epub Abr 27, 2020.

Red Bull. **Arduíno e suas múltiplas aplicações**. Disponível em: <<https://www.redbull.com/br-pt/arduino-e-suas-multiplas-aplicacoes>>, acesso em: 15 de novembro de 2021.

REZENDE, Denis A., ABREU, Aline F. **Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informação Empresariais**. São Paulo: Atlas, 2000.

REZENDE, D. A. **A evolução da tecnologia da informação nos últimos 45 anos**. São Paulo: Revista Fae Business , n.4, dez. 2002.

Santos, B. P., Silva, L. A., Celes, C. S., Borges, J. B., Peres, B. S., Vieira, M. M., . . . Loureiro, A. A. (maio de 2016). **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. Livro Texto Minicursos - SBRC 2016, p. 3.

SCHIAVICCO, L., SICILIANO, B., **Robotica Industriale - Modellistica e Controllo di Manipolatori**, 1 ed., McGraw-Hill Inc., Milano, 1995.

Siembra Automação. **Esteiras transportadoras: quais são os tipos e para que servem?**. Disponível em: <<https://www.siembra.com.br/noticias/esteiras-transportadoras-quais-sao-os-tipos-e-para-que-servem/>> acesso em: 15 de novembro de 2021.

SILVA, 1.C.T.; PLONSKI, G.A. **Inovação Tecnológica: Desafio Organizacional**. Revista Produção, ABEPRO, v.6, n.2, p. 183-93, dez 1996.

SILVA, E.B.; SCOTON, M.L.R.P.D; DIAS, E.M.; **“Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil”**. Editora BRASPORT, 2018.

SMITH, M. **Blockchain: step by step guide to understanding the blockchain revolution and the technology behind it**. [S.I.]: Create Space Independent Publishing Platform , 2016.

Soluções Industriais. **O que avaliar na aquisição de máquinas injetoras**. Disponível em: <<https://blog.solucoesindustriais.com.br/gestao/o-que-avaliar-na-aquisicao-de-maquinas-injetoras/>>, acesso em: 15 de novembro de 2021.

SOUZA, C. A. **Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de casos de implementação de sistemas ERP**. 2000. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SUNG, Tae Kyung. **Industry 4.0: a Korea perspective**. Technological Forecasting & Social Change, [S.I.], v. 132, p. 40 - 45, 2018.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

TARN, J. M.; YEN, D. C. Y.; BEAUMONT, M. Exploring the rationales for ERP and SCM integration. **Industrial Managemet & Data Systems**, v. 102, n. 1/2, p. 26-34, 2002.

WALKER, R. **From Big Data to big profits: success with data and analytics**. New York: Oxford University Press, 2015.



WOOD JR., T. ***Modas e modismos gerenciais: o caso dos sistemas integrados de gestão***. Série de Relatórios de Pesquisa, NPP, Núcleo de Pesquisas e Publicações. Escola de Administração de Empresas de São Paulo, FGV. Relatório n. 16/1999.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## APÊNDICE I – ROTEIRO DE ENTREVISTA

### Parte 1 - Caracterização do sujeito

Sexo:

Feminino

Masculino

Idade:

Formação:

Tempo de experiência na área de TI:

Cargo na organização:

Tempo de atuação na organização:

### Parte 2 – Desenvolvimento da Entrevista

1. Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?

• Inteligência artificial e Machine Learning
• Robótica
• Internet das coisas (IoT) – sensores, atuadores
• Impressão em três dimensões (3D)
• Big Data
• Blockchain
• Realidade Virtual e Aumentada

2. Esta(s) tecnologia(s) integrada(s) ao sistema, foi implementada quando o cliente já estava utilizando o sistema ERP, ou no momento da implementação deste sistema?
3. Qual o porte da(s) empresa(s) adotantes dessa integração?
4. Qual o ramo da(s) empresa(s) adotantes?

5. Esta tecnologia beneficiou todas as áreas organizacionais, ou alguma área em específico? Qual ou quais área(s) e por quê?
6. Quais benefícios a empresa teve, como um todo, ao implementar esta tecnologia de forma integrada ao sistema ERP?
7. Quais desafios a empresa teve ao integrar esta tecnologia ao sistema ERP?
8. A integração desta tecnologia da indústria 4.0 ao ERP envolveu equipamentos, ou objetos que foram juntamente integrados? Quais?
9. A integração desta tecnologia impactou os clientes da empresa adotante? Se sim, como?
10. A integração desta tecnologia impactou os fornecedores ou parceiros da empresa? De que forma?
11. Quais os pontos positivos dessa integração com o sistema ERP, na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por quê?
12. Quais os pontos negativos dessa integração com o sistema ERP na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por quê?
13. Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?
14. Por que esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?

### Parte 3 – Fechamento

Há mais algum aspecto ou exemplo que queiras comentar a respeito do que falamos?

Agradecimentos.

## APÊNDICE II – ENTREVISTAS

### **Entrevistado 1**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

O CLP já tem toda essa autonomia. Em uma empresa que trabalhei, já tinha uma imersão de certa forma uma imersão dentro de um sistema de purificação de água, voltado à indústria 4.0. Onde tu conseguia ter todo o controle da máquina, e saber toda informação da máquina à distância, integrando via ERP e um CLP, onde o pessoal conseguia conectar nela e tirar todas as medições e parâmetros que estavam acontecendo com a máquina. Como a envasadora também, onde tu poder linkar sensores e ter retorno referente ao ERP, para conseguir mensurar a quantidade de frascos produzidos, fazer toda essa integração de quanto está consumindo de matéria prima, na parte também de análise.

Já tive experiências com IOT, robótica está vinculado mais a indústrias robustas, geralmente envolvendo um processo mais sistematizado. Teve um sistema que trabalhei, em uma empresa de alimentos, como tinha que ser tudo extremamente congelado, tinha sensores que essas caixas iam passando, portais, que era feita a leitura, e para onde iam as caixas, por exemplo para a área de empanados, folhados. Na hora da expedição a caixa saía, e com o RFID, passava e já lia sabendo que caixa que estava saindo, pesava ela, e comunicava com o ERP.

**2- Esta(s) tecnologia(s) integrada(s) ao sistema, foi implementada, quando o cliente já estava utilizando o sistema ERP, ou no momento da implementação deste sistema?**

Ele já tinha um ERP, e migrou para outro sistema que estava implantando, e fizemos a integração que já havia antes com o ERP que estava sendo implantado. Em outra situação ele desconhecia esse tipo de controle, então ele estava implementando o MRP, para poder ter auxílio do MRP nessa conferência e segurança da pesagem. Não depender de alguém anotando lá quanto de fato a balança pesou, pois pode ter um erro humano e operacional. NO MOMENTO DA IMPLANTAÇÃO

**3- Qual o porte da(s) empresa(s) adotantes dessa integração?**

Geralmente médio porte.

**4- Qual o ramo da(s) empresa(s) adotantes?**

Cerealistas, supermercados, varejo, atacado, indústrias.

**5- Esta tecnologia beneficiou todas as áreas organizacionais, ou alguma área em específico? Qual ou quais área(s) e por que?**

Muito voltada a parte de operações, pelo fato de não ter mais o erro operacional, fator humano para captar as informações, impacta também na parte financeira, pois

qualquer variação de gramatura, ou peso, ou quilos que tu tem na pesagem, afetando a área de compras (contas à pagar), ou também na parte que está faturando, vendas (contas à receber), pois o cliente vai estar ganhando e tu vai estar perdendo, então tem que equalizar isso. Muitas empresas trabalham com a parte de análise da parte operacional, o quanto foi cometido de erros dessa parte de pesagem, e também da parte financeira, que terá mais assertividade de quanto realmente está entrando e saindo de produtos.

**6- Quais benefícios a empresa teve, como um todo, ao implementar esta tecnologia de forma integrada ao sistema ERP?**

Segurança no processo. Ter a certeza que a tua operação não está mais passível de um erro grosseiro em questão de captação de informação.

**7- Quais desafios a empresa teve ao integrar esta tecnologia ao sistema ERP?**

O desafio acho que a questão, não só com o ERP, mas qualquer processo que tu implementa novo, é as quebras de paradigmas e as mudanças, sair da zona de conforto, o maior desafio acho que foi isso, tu mudar o modo operandi.

**8- A integração desta tecnologia da indústria 4.0 ao ERP envolveu equipamentos, ou objetos que foram juntamente integrados? Quais?**

Balanças (feitas sobre medida), sensores, leitores de código de barras, torres de leitura, RFID (leitura por aproximação), balanças biodirecionais, esteiras para poder movimentar a carga.

**9- A integração desta tecnologia impactou os clientes da empresa adotante? Se sim, como?**

Nas quantidades exatas ao vender a mercadoria.

**10- A integração desta tecnologia impactou os fornecedores ou parceiros da empresa? De que forma?**

Nas quantidades exatas ao receber / comprar a mercadoria.

**11- Quais os pontos positivos dessa integração com o sistema ERP, na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Ter mais controle dos processos; Ter a certeza de que não será "burlado".

**12- Quais os pontos negativos dessa integração com o sistema ERP na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Redução do quadro de funcionários, por conta da automatização.

**13- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

Se tu for analisar o mercado como um todo ele é médio, dependendo do ramo ele é alto. Indústrias de grande porte, eles já vem implementando isso, desde quando

surgiu essa onda e os comentários para a automatização de processos. E os pequenos, muitos não conseguem acompanhar, acabam perdendo para a concorrência, pois a partir do momento que tu não tem uma parte operacional tão bem executada, tu acaba perdendo o espaço no mercado para a concorrência. As médias empresas estão evoluindo bem, as empresas as quais tenho contato, estão cada vez mais buscando formas de se enquadrar, enquadrar e aplicar os benefícios da indústria 4.0.

**14- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

O principal é a competitividade. Ser competitivo no mercado, a partir do momento que você tem um pouco mais alinhado e rápido, isso tende a ter mais agilidade no processo quando automatiza. Consegue também ser mais competitivo não pelo prazo de entrega mas também consegue apurar melhor o teu custo, consegue ter uma ideia de quanto o teu produto realmente vale. Não fica trabalhando em cima de análises que não são coerentes. A barreira é o custo, que pesa muito na implementação de tecnologias da indústria 4.0, tanto inteligência artificial e machine learning, tem um custo muito alto pois deve-se ter um profissional programando e fazendo as análises, criando a tua cadeia neural para conseguir ter esse tipo de inteligência. A robótica é muito caro também, a IOT é mais em conta, mas a empresa precisa sair da parte mais arcaica, precisa ter a visão que implementando esse tipo de tecnologia consegue trazer mais benefícios, muitos hoje em dia não veem isso como um investimento, mas sim como uma despesa.

**Entrevistado 2**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

Sim, integração na parte de produção, o setup de máquinas ser gerado através de uma integração com ERP. Em um cliente tinha uma integração com um programa da máquina, a máquina fazia a injeção, de acordo com o que estava programado no setup (internet das coisas). Troca de comunicações de programas de mobile, até integrações com outros programas de mobile junto com ERP. Na minha área não tem tanta coisa por que na minha área muito mais descarrega informação do que compartilha. No momento que tu pensa que um ERP é um programa que integra toda a empresa, e faz o fluxo de informação fluir, as etapas de produção acabam sendo mecanismos que integrado ao sistema, flui a informação tanto para a parte operacional quanto o término desse processo gera um retorno de informação que flui dentro do sistema, que segue as etapas para a parte de controladoria e demais pontos. No momento que tu tem a integração, tu já deixa pronto a estrutura, e trabalha com um molde mais eficiente para executar o comando para a máquina efetuar a

operação (injeção de moldes / cálculos de quanto tem que ser de matéria prima). Antes da integração o setup era feito de forma manual.

**2- Esta(s) tecnologia(s) integrada(s) ao sistema, foi implementada, quando o cliente já estava utilizando o sistema ERP, ou no momento da implementação deste sistema?**

Nesse caso ele já tinha os dois sistemas, só que não estavam integrados. Os dois já estavam implementados (sistema da máquina e ERP), mas ainda sem a conexão. O projeto consistiu em transformar a integração entre os dois sistemas. **JÁ ESTAVA UTILIZANDO O ERP**

**3- Qual o porte da(s) empresa(s) adotantes dessa integração?**

Empresa de grande porte.

**4- Qual o ramo da(s) empresa(s) adotantes?**

Injetora plástica (são contratados para fazer injeção plástica). O cliente deles precisam de peças em formatos, eles possuem os moldes, injetam o plástico e transformam o plástico líquido na peça para entregar ao cliente.

**5- Esta tecnologia beneficiou todas as áreas organizacionais, ou alguma área em específico? Qual ou quais área(s) e por que?**

Área de produção e vendas.

**6- Quais benefícios a empresa teve, como um todo, ao implementar esta tecnologia de forma integrada ao sistema ERP?**

Tornou o processo produtivo mais ágil, conseqüentemente as etapas de movimentações também, o que resulta em um custo menor, uma venda mais assertiva de quantidades e compromissos.

**7- Quais desafios a empresa teve ao integrar esta tecnologia ao sistema ERP?**

Vi que tiveram muitos desafios, mas estava em uma parte que não acompanhei tanto.

**8- A integração desta tecnologia da indústria 4.0 ao ERP envolveu equipamentos, ou objetos que foram juntamente integrados? Quais?**

Injetora plástica.

**9- A integração desta tecnologia impactou os clientes da empresa adotante? Se sim, como?**

Área de produção e vendas.

**10- A integração desta tecnologia impactou os fornecedores ou parceiros da empresa? De que forma?**

Talvez na agilidade e precisão da entrega.

**11- Quais os pontos positivos dessa integração com o sistema ERP, na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Acho que o ganho de agilidade na produção, e uma forma mais controlada e dinâmica (menos dispendiosa de perdas), quando tu tem uma automação e uma integração bem amarrada, tu ganha tempo, e reduz o custo da operação.

**12- Quais os pontos negativos dessa integração com o sistema ERP na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Não vejo algum ponto negativo. No momento que tu ganha eficiência e agilidade, não se torna negativo. Negativo tu pode pensar que ele se torna caro no sentido de que fazer uma automação, uma integração, existe um projeto bem elaborado. Mas não é negativo se tu tem um custo alto no projeto, se isso vai te beneficiar durante o processo. Negativo só se o projeto for mal dimensionado ou executado, se não só vejo pontos positivos.

**13- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

A percepção que eu tenho, é que as empresas estão aderindo mais. Pelo menos aqui no sul a gente notou um aumento de busca por um ERP mais robusto, e que tenha uma gestão mais integrada. Eu acho que nível médio, analisando a questão ERP com a integração de tecnologias da indústria 4.0, eu ainda acho médio. Talvez eles não tem acesso a tecnologia. Algumas tecnologias no Brasil ainda são caras (tecnologias da indústria 4.0), eu vejo isso mais nas grandes empresas, tendo esse cuidado, então acho que atualmente um nível médio.

**14- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

O fator principal é o custo, por que tu ter uma tecnologia, uma inteligência artificial, uma máquina mais robusta de produção, que seja mais eficiente que o processo manual, com a alta do dólar, é difícil tu ter uma produção deste nível, aí tu tem que buscar fora (em outros países), a questão do aumento do dólar, e esse caos da economia, fica mais difícil empresas de pequeno e médio porte terem acesso.

### **Entrevistada 3**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

Já tive contato com a tecnologia de impressão 3D. Inclusive já encomendei vários bonequinhos, por exemplo do coringa, eles têm vários personagens que já possuem os moldes. Era em um cliente, em outra empresa que eu trabalhava, eles faziam impressão 3D de fotos suas, eles tiravam fotos suas e faziam chaveiros em cristais. Era uma empresa que vendia cristais, fabricavam e vendiam tudo em cristais, e eles davam essa opção (de impressão 3D).



Tinha um software específico de impressão 3D, não era integrado com o ERP que fazia as vendas e fluxo de caixa. Eles não vendiam o produto, eles vendiam a impressão 3D como serviço (prestação de serviço impressão 3D). Não faziam integração com o ERP pois foi contratado apenas para frente de caixa (emissão de notas fiscais). Existia integração com outro sistema de retaguarda que por sua vez estava interligado com as impressões 3D.

**2- Esta(s) tecnologia(s) integrada(s) ao sistema, foi implementada, quando o cliente já estava utilizando o sistema ERP, ou no momento da implementação deste sistema?**

Não acompanhei este processo, mas faziam integração com o ERP de retaguarda, pois o que eu trabalhava foi contratado apenas para frente de caixa (emissão de notas fiscais). Existia integração com outro sistema de retaguarda que por sua vez estava interligado com as impressões 3D. JÁ ESTAVA UTILIZANDO O ERP.

**3- Qual o porte da(s) empresa(s) adotantes dessa integração?**

Médio porte.

**4- Qual o ramo da(s) empresa(s) adotantes?**

Empresa de comércio de varejo de cristais. Eles têm uma fábrica que você pode ver como faz o cristal (aberto ao público).

**5- Esta tecnologia beneficiou todas as áreas organizacionais, ou alguma área em específico? Qual ou quais área(s) e por que?**

Área de vendas (venda de chaveiros).

**6- Quais benefícios a empresa teve, como um todo, ao implementar esta tecnologia de forma integrada ao sistema ERP?**

O maior benefício é que era algo inovador, e todos os clientes levavam ao menos um chaveiro de lembrança.

**7- Quais desafios a empresa teve ao integrar esta tecnologia ao sistema ERP?**

Não acompanhei este processo.

**8- A integração desta tecnologia da indústria 4.0 ao ERP envolveu equipamentos, ou objetos que foram juntamente integrados? Quais?**

Impressora 3D.

**9- A integração desta tecnologia impactou os clientes da empresa adotante? Se sim, como?**

Todo cliente saía com um produto da impressora 3D, por ser algo inovador.

**10- A integração desta tecnologia impactou os fornecedores ou parceiros da empresa? De que forma?**

Eles mesmos que produzem os cristais, a matéria prima era deles mesmos.

**11- Quais os pontos positivos dessa integração com o sistema ERP, na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Ser algo inovador, um atrativo diferente, que não serve para todos os ramos mas para essa empresa serviu muito bem.

**12- Quais os pontos negativos dessa integração com o sistema ERP na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Não vejo pontos negativos.

**13- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

Eu diria que médio. Acho que está tendo um grande interesse em relação a isso, até com a forma com que as coisas mudaram ultimamente. As grandes empresas já usam.

**13- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

Eu acho que uma barreira é a questão cultural das empresas. Nas empresas que acabaram vendo uma oportunidade e aderiram. Mas ainda vemos empresas que os gestores são de uma época anterior à nossa, que tem uma cultura, que não se arriscam, por que ainda tem que fazer um investimento, que acaba pesando. Acho que eles têm receio em investir em algo que não entendam ou viram como uma visão de futuro.

#### **Entrevistado 4**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

Sim, internet das coisas (IoT), e sensores como por exemplo RFID.

**2- Esta(s) tecnologia(s) integrada(s) ao sistema, foi implementada, quando o cliente já estava utilizando o sistema ERP, ou no momento da implementação deste sistema?**

No momento da implementação.

**3- Qual o porte da(s) empresa(s) adotantes dessa integração?**

Médias empresas.

**4- Qual o ramo da(s) empresa(s) adotantes?**

Comércios no geral.

**5- Esta tecnologia beneficiou todas as áreas organizacionais, ou alguma área em específico? Qual ou quais área(s) e por que?**

Houve melhoras na área de logística com a localização exata das mercadorias, e com isso de certa forma as demais áreas também foram beneficiadas.

**6- Quais benefícios a empresa teve, como um todo, ao implementar esta tecnologia de forma integrada ao sistema ERP?**

Melhor localização das mercadorias no estoque.

**7- Quais desafios a empresa teve ao integrar esta tecnologia ao sistema ERP?**

Mudança dos processos e desafios culturais.

**8- A integração desta tecnologia da indústria 4.0 ao ERP envolveu equipamentos, ou objetos que foram juntamente integrados? Quais?**

Sensores / RFID.

**9- A integração desta tecnologia impactou os clientes da empresa adotante? Se sim, como?**

Não sei responder se houve impacto.

**10- A integração desta tecnologia impactou os fornecedores ou parceiros da empresa? De que forma?**

Não impactou.

**11- Quais os pontos positivos dessa integração com o sistema ERP, na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Melhor organização das mercadorias no estoque e almoxarifado.

**12- Quais os pontos negativos dessa integração com o sistema ERP na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Não vejo nenhum ponto negativo.

**13- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

Acredito que o nível seja médio.

**14- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

Motivadores: Melhor organização, e ganhos para a empresa.  
Barreiras: O alto custo para implementação, e questões culturais.

## **Entrevistada 5**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

Não presenciei nenhuma tecnologia na minha experiência com sistemas ERP na empresa.

**2- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

Classificaria como média, pois ainda há um longo caminho para as empresas percorrerem.

**3- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

Acredito que o custo alto seja a principal barreira existente para essa integração. E o fator motivador os ganhos financeiros que a empresa poderá ter.

### **Entrevistada 6**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

Não me recordo. Não participei de nenhuma integração em si com projeto, ou tenha visto como funciona. Na área de suporte apenas algumas funcionalidades pontuais.

**2- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

Acredito que deve ter bastante aderência. Não é só no Brasil mas todo mundo está querendo ser o mais tecnológico possível e automatizar as informações. Classificaria como médio, muita empresa não tem saúde financeira para contratar esses tipos de tecnologias.

**3- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

Eu acredito que o maior empecilho seja a questão de custo mesmo, deve ser bem caro para a automatização. E em questão da aderência, acho que a maioria das empresas fariam essa contratação se tivessem condições.

### **Entrevistada 7**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

Internet das Coisas com certeza, conexão com sensores sistemas e balanças com certeza. Impressão 3D não vi ainda. Experiências de implantações, ainda não vi impressão 3D. Bitcoins não, biotecnologia não, realidade virtual e aumentada não, robótica não.

**2- Esta(s) tecnologia(s) integrada(s) ao sistema, foi implementada, quando o cliente já estava utilizando o sistema ERP, ou no momento da implementação deste sistema?**

Os sensores e essas coisas a gente trabalha mais com integrações, balanças por exemplo, mas só para poder gravar no ERP as informações. Na minha área de controladoria especificamente tem muitas integrações, mas não são com sensores, e sim financeiras como por exemplo maquininhas de cartão que coletam os dados para repassar ao ERP ou leitores de chave de acesso e linha digitável. A gente tem integrações com nota fiscal eletrônica, mas acho que não engloba internet das coisas. Integração com o SEFAZ para buscar os dados do cliente, como por exemplo CNPJ, geração de arquivos para prefeituras, para órgãos federais, estaduais e municipais (notas fiscais eletrônicas, notas de serviço), via web service (vai e volta o arquivo), integração bancária.

**3- Qual o porte da(s) empresa(s) adotantes dessa integração?**

Médio porte e grande porte.

**4- Qual o ramo da(s) empresa(s) adotantes?**

E-commerce e comércio varejista no geral.

**5- Esta tecnologia beneficiou todas as áreas organizacionais, ou alguma área em específico? Qual ou quais área(s) e por que?**

Mais a área financeira, pois quem mais precisa destas informações é a área financeira.

**6- Quais benefícios a empresa teve, como um todo, ao implementar esta tecnologia de forma integrada ao sistema ERP?**

Por exemplo, hoje se tu não tem essa integração (com o cartão de crédito), tu tem que digitar manual, só que aí entra o usuário digitando a informação, só que aí é o risco humano de digitar as informações erradas. Depois para conseguir fazer a reconciliação (com a fatura do cartão e extrato), quem digitou não digitou correto, não consegue fazer a conciliação. Evitar que ocorra erro na reconciliação entre o cartão de crédito e o próprio ERP.

**7- Quais desafios a empresa teve ao integrar esta tecnologia ao sistema ERP?**

Hoje em dia se a gente fosse implementar no sistema, usaríamos um add-on já desenvolvido, então talvez o desafio seja para a desenvolvedora do software/add-on, que faz essa integração entre a maquininha de cartão. Por que ela tem que acessar (talvez via webservice) as informações da operadora, receber as informações e trazer para o sistema do cliente.

**8- A integração desta tecnologia da indústria 4.0 ao ERP envolveu equipamentos, ou objetos que foram juntamente integrados? Quais?**

Máquina de cartão de crédito.

**9- A integração desta tecnologia impactou os clientes da empresa adotante? Se sim, como?**

O maior benefício é para a empresa. Não saberia te dar exemplos de clientes nas minhas experiências não me lembro.

**10- A integração desta tecnologia impactou os fornecedores ou parceiros da empresa? De que forma?**

Não.

**11- Quais os pontos positivos dessa integração com o sistema ERP, na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Acuracidade da informação, ter uma informação correta, com o que realmente foi gerado na máquina de cartão, e agilidade.

**12- Quais os pontos negativos dessa integração com o sistema ERP na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Às vezes pode ocorrer falha nas integrações, pois depende-se da internet.

**13- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

Acho que a gente está em um nível médio. Esta é uma pergunta muito ampla, não saberia avaliar.

**14- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

Custo, falta de conhecimento e cultura das empresas.

## **Entrevistada 8**

**1- Durante sua experiência com sistemas ERP, você já presenciou alguma tecnologia da indústria 4.0 ser integrada no sistema? Qual ou quais tecnologia(s)?**

Eu já presenciei a Internet das Coisas, presenciei Realidade Virtual que é usado muito nos softwares de arquitetura, também presenciei a impressão 3D, fiz alguns projetos em impressão 3D. Não presenciei da Biotecnologia, mas conheço também. Machine Learning também.

**2- Esta(s) tecnologia(s) integrada(s) ao sistema, foi implementada, quando o cliente já estava utilizando o sistema ERP, ou no momento da implementação deste sistema?**

Teve os dois casos. O caso em que ela já foi implementada junto por ser uma necessidade do cliente. No caso em que falei da empresa de software, que trabalhava com arquitetura, eles precisavam dessa realidade virtual, então implementaram junto no ERP. E a outra que era a internet das coisas, foi

implementada posteriormente. Já tinham o sistema, e depois implementaram (controle e automatização de portas, cortinas e sensores de ar condicionado via arduino).

**3- Qual o porte da(s) empresa(s) adotantes dessa integração?**

Médias e grandes empresas.

**4- Qual o ramo da(s) empresa(s) adotantes?**

Arquitetura e uma empresa de games. As duas trabalhavam com tecnologia.

**5- Esta tecnologia beneficiou todas as áreas organizacionais, ou alguma área em específico? Qual ou quais área(s) e por que?**

Todas as áreas foram beneficiadas.

**6- Quais benefícios a empresa teve, como um todo, ao implementar esta tecnologia de forma integrada ao sistema ERP?**

Questão de economia, conseguiram ter uma economia muito maior, no controle da luz, funcionários que deixavam as portas abertas, tiveram maior segurança em desligar as coisas. Na internet das coisas, os maiores benefícios foram a questão de economia, segurança e meio ambiente (questão da poluição). Já a realidade virtual, foi a experiência do usuário, pois com a implementação da tecnologia podem demonstrar ao usuário como realmente ficará o projeto deles, então eles trabalham com AVB (óculos de realidade virtual), e eles utilizam para captação de clientes e experiências com usuários.

**7- Quais desafios a empresa teve ao integrar esta tecnologia ao sistema ERP?**

Implementar em conjunto com o sistema ERP.

**8- A integração desta tecnologia da indústria 4.0 ao ERP envolveu equipamentos, ou objetos que foram juntamente integrados? Quais?**

Os óculos de realidade virtual, aberturas e fechamento de cortinas (via arduino), controle de ar condicionado, e pontos elétricos.

**9- A integração desta tecnologia impactou os clientes da empresa adotante? Se sim, como?**

Na realidade virtual tiveram um grande impacto nos clientes, pois hoje conseguem demonstrar e passar toda a experiência para o cliente ao vivo.

**10- A integração desta tecnologia impactou os fornecedores ou parceiros da empresa? De que forma?**

Na internet das coisas tiveram impactos bem importantes.

**11- Quais os pontos positivos dessa integração com o sistema ERP, na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Os positivos é a experiência do usuário, na realidade virtual e aumentada. Conseguem passar toda experiência, o cliente consegue se sentir dentro do projeto dele, dentro da casa dele mobiliada ou montada, da empresa dele, então é uma experiência muito positiva. Na internet das coisas, a questão da economia é um benefício muito grande.

**12- Quais os pontos negativos dessa integração com o sistema ERP na empresa, e na sociedade como um todo (se houver)? Por que?**

Talvez a questão do custo, pois em conjunto com o ERP há um custo bastante elevado para implementar.

**13- Na sua visão, qual o nível de adoção de tecnologias da indústria 4.0 de forma integrada ao ERP, de maneira geral no mercado brasileiro – baixo, médio ou alto?**

Eu acho que ainda é um nível baixo. Acho que tem muito o que crescer e entender o que essas tecnologias podem proporcionar de melhorias, e hoje não vejo a indústria muito aberta, para implementar essas coisas no ERP. A maioria das empresas eu não vejo implementar, são poucas as que implementam junto ao ERP, e acho que ainda está muito baixo pois há muito o que crescer.

**14- Porque esse nível se apresenta dessa maneira? Quais são os fatores MOTIVADORES e as BARREIRAS existentes para essa integração?**

Eu acho que as barreiras é falta de mão de obra, são poucas empresas que tem esse braço para efetuar essas integrações. Também a questão do ERP ser adaptável as integrações, há alguns ERP's que não aceitam vários tipos de integrações. São coisas que precisam ser pensadas e criadas. E também o custo, acho que dependendo do projeto tem que valer muito a pena para o cliente querer investir e adaptar isso ao ERP que tem até hoje funcionando, ou até colocar um novo ERP que é toda uma questão de mudança de cultura dentro da empresa.