

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
CAMPUS DE SANTA BÁRBARA D'OESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SISTEMAS ERP NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0:
Fatores Críticos de Sucesso

MARCOS CESAR ANTONIO LAVRECA

Orientador: Prof. Dr. Fernando Celso de Campos

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2021

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
CAMPUS DE SANTA BÁRBARA D'OESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SISTEMAS ERP NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0:
Fatores Críticos de Sucesso

MARCOS CESAR ANTONIO LAVRECA

Orientador: Prof. Dr. Fernando Celso de Campos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, campus Santa Bárbara D'Oeste como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2021

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecário: Fábio Henrique dos Santos Corrêa – CRB: 8/10150

L414s Lavreca, Marcos Cesar Antonio
Sistemas ERP no contexto da indústria 4.0: fatores críticos de
sucesso / Marcos Cesar Antonio Lavreca. – 2021.
94 fls.; il.; 30 cm.

Orientador (a): Prof. Dr. Fernando Celso de Campos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Santa
Bárbara D'Oeste, 2021.

1. ERP. 2. Indústria 4.0. 3. Fatores críticos de sucesso.
I. Campos, Fernando Celso de. II. Título.

CDD – 658.4038

BANCA DE DEFESA

SISTEMAS ERP NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0: Fatores Críticos de Sucesso

MARCOS CESAR ANTONIO LAVRECA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 19/02/2021, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Fernando Celso de Campos, Presidente
PPGEP/UNIMEP

Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos
DEPS/PUC-PR – Examinador Externo

Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon
PPGEP/UNIMEP – Examinador Interno

Dedico esse trabalho

Ao meu Senhor Jesus – meu resgatador

Aos meus filhos Pedro e Gabriele

Aos meus pais João e Laurinda

Aos meus irmãos e amigos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que permitiu essa nova etapa em minha vida.

Aos meus filhos Gabriele e Pedro pelo apoio e carinho.

Aos meus pais João e Laurinda que sempre me incentivaram neste projeto.

Sou grato ao professor Dr. Fernando Celso de Campos pela excelência e pragmatismo em minha orientação para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon pelo alto nível de nossas discussões e pela construção de novos paradigmas.

Aos colegas que participaram de forma indireta neste trabalho.

A UNIMEP, pela bolsa de estudos concedida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Epígrafe

“Tudo o que a sua mão encontrar para fazer,

Faça-o com todo o seu coração”

Sábio Salomão

LAVRECA, Marcos C.A. Sistemas ERP no Contexto da Indústria 4.0: Fatores Críticos de Sucesso. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba, UNIMEP, Santa Barbara d'Oeste - SP, 2021, 94p.

RESUMO

Considerando toda a evolução tecnológica dos sistemas de gestão empresarial (ERP) e seus fatores críticos de sucesso (FCS), encontra-se agora com um novo ambiente, o surgimento e consolidação da Indústria 4.0. Esta nova indústria vem com a associação de novas tecnologias, sistemas Físico-cibernéticos (CPS), *Internet* das Coisas (IoT), *Internet* dos Serviços (IoS), interconectando máquinas e sistemas de modo flexível e inteligente. Embora haja um entendimento de que as soluções ERP sejam a base principal das operações e interações entre as organizações, uma implementação considerando o ambiente da Indústria 4.0 requer maior atenção em sua implementação e manutenção. O objetivo desta pesquisa é identificar os principais Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para a implantação de sistemas ERP projetada com a Indústria 4.0. O método da pesquisa realizado foi a revisão sistemática de modo a favorecer a identificação dos FCS na literatura. A pesquisa limitou-se a analisar artigos publicados no período de 2007 a março de 2020, três bases de dados foram pesquisadas: *Web of Science*, *Science Direct* e *Scopus*, utilizando-se a combinação das seguintes palavras-chave: “*Enterprise Resources Planning*”, “*Critical Success Factors*” e “*Industry 4.0*”, aplicando-se alguns filtros para delimitar e direcionar melhor o processo de pesquisa. O resultado da RSL identificou os principais FCS de projetos de implantação de Sistemas ERP projetada para a indústria 4.0 e pode ser utilizada pelas empresas como um fator norteador para a implementação bem sucedida de um ERP.

PALAVRAS-CHAVE: *ERP, INDÚSTRIA 4.0; FCS.*

LAVRECA, Marcos C.A. **ERP Systems in the Context of Industry 4.0: Critical Success Factors**. Dissertation (Master in Production Engineering) - Graduate Program in Production Engineering, Methodist University of Piracicaba, UNIMEP, Santa Barbara d'Oeste - SP, 2021, 94p.

ABSTRACT

Considering all the technological evolution of the business management systems (ERP) and its critical success factors (CSF), it is now with a new environment, the emergence and consolidation of Industry 4.0. This new industry comes with the association of new technologies, Physical-cybernetic systems (CPS), *Internet* of Things (IoT), *Internet* of Services (IoS), interconnecting machines and systems in a flexible and intelligent way. Although there is an understanding that ERP solutions are the main basis of operations and interactions between organizations, an implementation considering the Industry 4.0 environment requires greater attention in its implementation and maintenance. The objective of this research is to present a list of Critical Success Factors (CSF) for the implementation of ERP systems designed with Industry 4.0. The research method performed was a systematic review in order to favor the identification of CSF in the literature. The research was limited to analyzing articles published from 2007 to March 2020, three databases were searched: Web of Science, Science Direct and Scopus, using the combination of the following keywords: "Enterprise Resources Planning", "Critical Success Factors" and "Industry 4.0", applying some filters to better delimit and direct the research process. The result of SLR identified the main CSF of ERP Systems implementation projects designed for industry 4.0 and can be used by companies as a guiding factor for the successful implementation of an ERP.

KEYWORDS: *ERP, Industry 4.0; CFS.*

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE TABELAS E QUADROS	XIV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	2
1.3 QUESTÃO DA PESQUISA	2
1.4 OBJETIVOS	3
1.5 VISÃO GERAL DA PESQUISA	3
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2 REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1 SISTEMAS ERP	6
2.1.1 ORIGEM	6
2.1.2 ERP E SEUS RISCOS	7
2.1.3 ERP E USUÁRIOS	8
2.1.4 ERP NA NUVEM - <i>CLOUD</i>	9
2.1.5 ERP NO BRASIL	10
2.1.6 EVOLUÇÃO DOS ERP INTERNACIONAIS FRENTE À INDÚSTRIA 4.0	12
2.1.6.1 SAP	13
2.1.6.2 ORACLE	13
2.1.6.3 MICROSOFT	14
2.2 FCS – FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO	15
2.2.1 DEFINIÇÕES E ORIGEM	15
2.2.2 FCS E SUA RELEVÂNCIA	15
2.2.3 FCS NA IMPLEMENTAÇÃO E PÓS-IMPLEMENTAÇÃO	16
2.2.4 FCS E O SUCESSO DO PROJETO	18
2.3 INDÚSTRIA 4.0	19
2.3.1 O SURGIMENTO E SUAS PRINCIPAIS DEFINIÇÕES	19
2.3.2 INDÚSTRIA 4.0 E SUA ESTRUTURA INICIAL	22
2.3.3 FCS NA IMPLANTAÇÃO BEM SUCEDIDA DA INDÚSTRIA 4.0	27
2.3.4 INDÚSTRIA 4.0 X ERP	29
3 ABORDAGEM METODOLÓGICA	37
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	37
3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	39
4 RESULTADOS DA RSL ATUAL E PROJETADA	40
4.1 FASE 1 R.S.L. DA PERSPECTIVA ATUAL	40
4.1.1 BUSCA ESPECÍFICA DOS FCS ATUAL	40
4.1.2 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO ENCONTRADOS - ATUAL	42
4.1.3 LISTA DOS 24 FCS ATUAL	44
4.2 FASE 2 - R.S.L. DA PERSPECTIVA PROJETADA	50
4.2.1 BUSCA ESPECÍFICA DOS FCS PROJETADA	50
4.2.2 LISTA DOS 20 FCS PROJETADA ENCONTRADOS	54
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO	59
5.1 Os 24 FCS DE ERP ATUAL	59
5.2 Os 20 FCS DE ERP PROJETADA PARA A INDÚSTRIA 4.0	61

5.3 ERP ATUAL X PROJETADA	64
6 CONCLUSÃO.....	67
6.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
CLP	Controlador lógico programável
CLOUD	<i>Cloud Computing</i>
CPS	<i>Cyber-Physical Systems</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
EMS	<i>Energy Management System</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
HUB	<i>Central Part of network.</i>
HUB IoT	<i>Central controller that connects a variety of smart devices</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoP	<i>Internet of Printers</i>
IIoT	<i>Industrial internet of things</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
M2M	<i>Machine to Machine</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PLC Twin	<i>Programmable Logic Controller Time-window-of-integration</i>
PME	Pequenas e Médias Empresas
RA	Realidade Aumentada
REST	<i>Representational State Transfer</i>
RH	Recursos Humanos
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SI	Sistema de Informação
PPGEP	Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TI	Tecnologia da Informação
VA	Virtualização Aumentada
WoT	<i>Web of Things</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Outline</i> da Pesquisa	4
Figura 2 – Satisfação do Usuário na utilização do ERP	11
Figura 3 – Investimentos realizados em ERP	12
Figura 4 – Participação dos Fornecedores de <i>software</i> ERP no mundo	13
Figura 5 – Evolução da Indústria	21
Figura 6 – Componentes básicos da Indústria 4.0	23
Figura 7 – Integração Vertical e Horizontal ERP x IND 4.0	29
Figura 8 – Funil das etapas de Pesquisa FCS ERP Atual	41
Figura 9 – Funil da pesquisa – refinamento dos 30 artigos FCS ERP Atual	42
Figura 10 – FCS mencionados nos 30 artigos	44
Figura 11 – FCS por Autor agrupados por semelhança	45
Figura 12 – Funil das etapas de Pesquisa FCS ERP Projetada	51
Figura 13 – Funil da pesquisa FCS num contexto IND 4.0	52
Figura 14 – 20 FCS projetada para implantação ERP na Indústria 4.0	54
Figura 15 – Participação dos FCS em suas atuações ERP Atual	59
Figura 16 – FCS Projetada e sua representação	63
Figura 17 – Participação dos 39 FCS Projetada	65

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Top 10 fornecedores do <i>software</i> ERP no Brasil	10
Quadro 2 – Top 10 fornecedores <i>software</i> por Porte	11
Quadro 3 – Métodos e tecnologias da Indústria 4.0 por RÜßMANN (2015)	24
Quadro 4 – Tecnologias da Indústria 4.0 por TEIXEIRA (2019)	26
Quadro 5 – FCS na implementação da Indústria 4.0	27
Quadro 6 – Artigos estudados da Indústria 4.0 x ERP	31
Quadro 7 – Visão geral da classificação da pesquisa	37
Quadro 8 – Título, autores e ano de publicação dos 30 artigos analisados	42
Quadro 9 – 24 FCS quantidade de autores citados e detalhes	45
Quadro 10 – Título, autores e citações dos 32 artigos analisados	52
Quadro 11 – FCS projetada quantidade de citações de autores e detalhes	55
Quadro 12 – Encontro dos FCS Atual e FCS projetada	64
Quadro 13 – Lista dos 39 FCS Atual e Projetada agrupados	65

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Já consolidados na cultura organizacional empresarial, os ERP são pacotes de *software* que integram uma série de processos de negócios, constituindo uma solução integrada que requer atenção em sua implementação complexa e manutenção constante. Há um entendimento que a solução ERP seja a base principal para suas operações e interações com os demais parceiros e colaboradores. De acordo com MOMOH (2010), apesar de uma implementação de sucesso de um sistema ERP poder produzir resultados que melhorem sua competitividade, produtividade e qualidade, existem complexos aspectos técnicos, organizacionais, culturais e políticos que tornam o processo de integração uma tarefa muito desafiadora. Porém a necessidade ainda permanece na dinâmica, precisão e velocidade na troca de informações dentro e fora das organizações.

Diante deste cenário, surge na Indústria o conceito da fábrica do futuro, a Indústria em sua quarta revolução ou Indústria 4.0. A plataforma fundamental para o sucesso é a revolução nas tecnologias que consistem em sistemas Físico-cibernéticos (CPS), *Internet* das Coisas (IoT) e *Internet* dos Serviços (IoS), interconectando máquinas que permitem fabricar produtos customizados (LASI *et al.*, 2014). O fenômeno da Indústria 4.0 foi primeiramente proposto pela Alemanha em 2011. Essa nova revolução industrial e os sistemas ERP sofrem a necessidade de evolução ante os novos modelos e conceitos de troca de informações e relacionamento entre pessoas e empresas (DRATH *et al.*, 2014; KAGERMANN, 2015).

ZHANG *et al.* (2014) citam que um ERP proporciona uma experiência de forma ininterrupta aos usuários em tempo real, que é tão intuitivo tomar decisões baseadas em informações sistêmicas e apoiar o gerenciamento das operações globais da organização de forma eficaz. Os futuros sistemas de manufatura Industrial precisam fazer melhor o uso dos dados (PANETTO e MOLINA, 2008).

Os fornecedores de ERP deverão se preparar e repensar suas conexões, suas facilidades e atentar-se para novos fatores críticos de sucesso (FCS) nas implantações nesse novo ambiente da Indústria 4.0. É compreensível o papel das instituições acadêmicas e dos governos, na tentativa de desenvolver modelos de negócio, sistemas e metodologias, por outro lado a Indústria foca seus objetivos na atualização e criação de máquinas e produtos inteligentes.

1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Com a finalidade de apresentar o nível de dificuldade na implantação de um sistema ERP, os FCS são estudados com o objetivo de conhecer, analisar e indicar quais são os cuidados e características na implantação do sistema ERP numa perspectiva atual, e projetada frente a Indústria 4.0.

A construção de um modelo conceitual dos principais FCS de implantação de sistemas ERP projetada para a indústria 4.0 pode ser usada pelas empresas como um fator norteador para a implementação bem sucedida acerca das soluções sistêmicas ERP.

Justifica-se a presente pesquisa pelo fato de haver oportunidades de avanços e explorações acerca das soluções sistêmicas ERP, frente aos novos cenários de automação e controle industrial bem como de toda inteligência nas novas gerações de máquinas e tecnologias produtivas nesse novo ambiente da Indústria 4.0.

1.3 QUESTÃO DA PESQUISA

Apresentado o contexto e justificada a relevância desse estudo, coloca-se a seguinte questão de pesquisa:

“Qual é o conjunto de FCS a ser considerado na implantação de um sistema ERP num ambiente projetado da Indústria 4.0”.

1.4 OBJETIVOS

i) Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa é identificar os principais Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para a implantação de sistemas ERP projetada com a Indústria 4.0.

ii) Objetivos Específicos

Apresentam-se como objetivos específicos desta pesquisa analisar os FCS para a implantação de sistemas ERP em 2 perspectivas, uma Atual e outra Projetada.

- Atual: Apontar o conjunto de fatores críticos de sucesso na perspectiva atual como base para se projetar uma implantação de sistema ERP considerando a Indústria 4.0.
- Projetada para a Indústria 4.0: A partir da perspectiva atual Identificar os principais FCS para a implantação de ERP no contexto da Indústria 4.0.

1.5 VISÃO GERAL DA PESQUISA

A estruturação geral desta pesquisa partiu dos objetivos e foi direcionada conforme ilustra o *outline* da pesquisa na Figura 1. A fundamentação teórica detalhada em seus grandes três temas pesquisados será feita no Capítulo 2, a saber: sistemas ERP, FCS e Indústria 4.0.

A partir dos objetivos propostos, com o intuito de responder ao questionamento de pesquisa, o método adotado é a pesquisa bibliográfica, que foi realizada em duas Fases:

- i) RSL para os FCS atual e
- ii) RSL para os FCS projetada.

A R.S.L. da perspectiva projetada dos FCS teve como intuito realizar um levantamento na literatura para identificar o que tem sido apontado como FCS para implantação dos sistemas ERP nesse novo contexto de Indústria 4.0. Um

maior detalhamento da pesquisa será dado no Capítulo 3, que apresenta toda a Abordagem Metodológica.

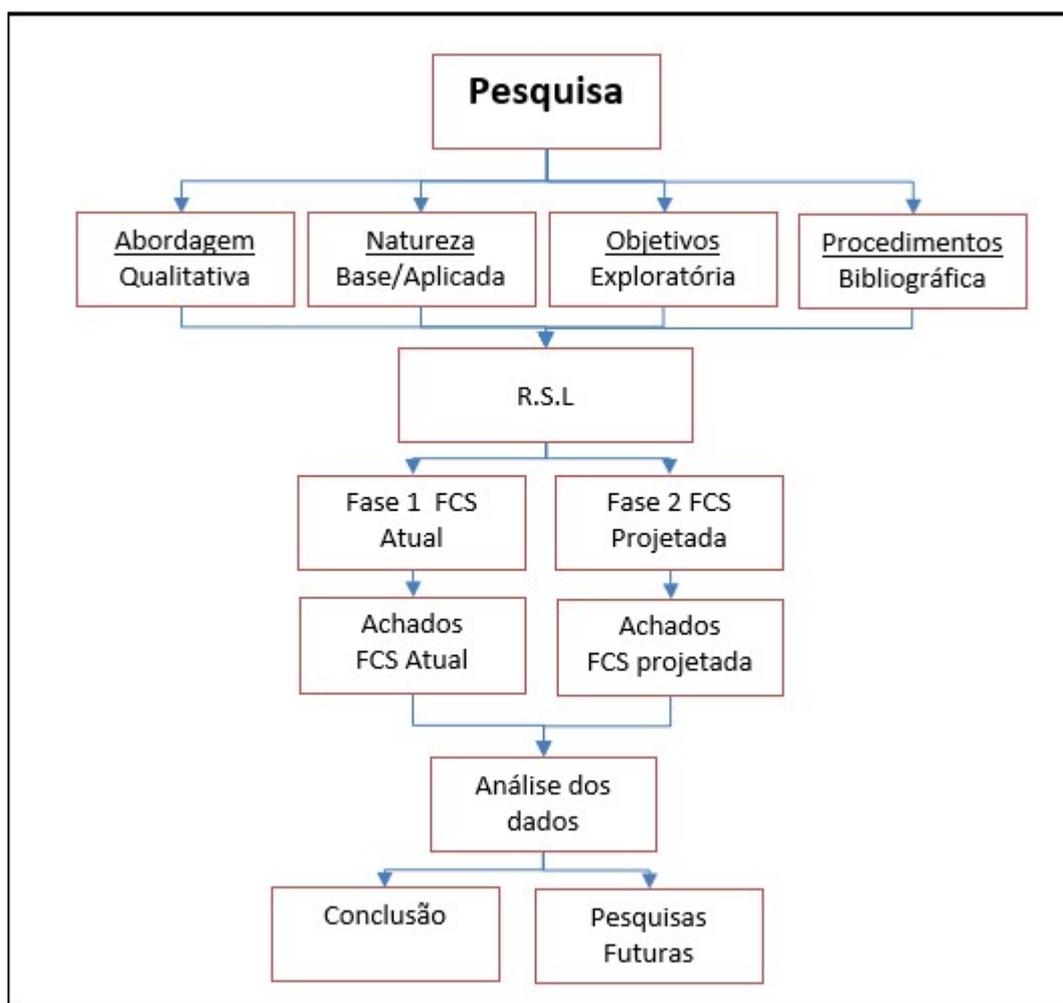


Figura 1 – *Outline* da pesquisa
Fonte: Próprio autor

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Capítulo 1 – Apresenta a introdução, contextualizando a pesquisa, evidenciando o que a justifica e a torna relevante, declarando a questão de pesquisa, seguida pelo objetivo, que deverá ser respondido ao longo do trabalho.

Capítulo 2 – Contempla uma revisão da literatura com os levantamentos teórico-conceituais e pesquisas exploratórias dos principais assuntos relacionados à sistemas ERP, seus fatores críticos de sucesso na implantação

e partindo para um novo ambiente da Indústria 4.0 como forma de fundamentação deste trabalho.

Capítulo 3 – Refere-se ao detalhamento da abordagem metodológica que descreve: a forma de coleta de dados; entrevistas e questionários; os métodos e objetivos que servirão como ponto de partida para criação do roteiro.

Capítulo 4 – Apresenta os resultados da pesquisa bibliográfica em duas fases da revisão sistemática da literatura da perspectiva atual e da perspectiva projetada dos principais fatores críticos de sucesso na implantação de sistemas ERP.

Capítulo 5 – Discussão das 2 perspectivas encontradas na pesquisa

Capítulo 6 – E, por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões e sugestões para pesquisas futuras; serão extraídas as principais conclusões acerca do roteiro de forma a contribuir com pesquisas futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentam-se os conceitos e características fundamentais sobre Sistemas ERP, FCS de sua implantação e Indústria 4.0.

2.1 SISTEMAS ERP

2.1.1 ORIGEM

Com a chegada da globalização nos mercados mundiais, surge uma grande necessidade de troca de informações e dados com objetivo de tomada de decisões e qualidade na gestão administrativa das organizações. Nascidos na década de 1970 e forte ascensão na década de 1990, surge uma solução sistêmica que se propunha a agrupar diversas áreas de uma empresa de forma integrada, como bem definido por AMALNICK (2010) e WENRICH e AHMAD (2009), os chamados *Enterprise Resource Planning* (ERP). Sua origem passa por uma evolução do *Material Requirements Planning* (MRP), juntando-se pelo *Manufacturing Resources Planning* (MRPII) e chegando ao atual ERP.

Um sistema ERP incorpora um conjunto de recursos funcionais que podem se encaixar em um modelo de negócios (TELTUMBDE, 2000). Os sistemas ERP são atraentes porque unificam a informação, pois surgiram com a promessa de resolver problemas de integração, disponibilidade e confiabilidade de informações ao incorporar em um único sistema as funcionalidades que suportam diversos processos de negócios em uma empresa (RAMOS e OLIVEIRA, 2002).

A implementação bem-sucedida de um sistema ERP pode reduzir perdas na gestão de estoques, aumentar a integração entre clientes e fornecedores, integrar melhor os processos de uma produção, facilitar a administração financeira, diminuir o custo com logísticas, mão-de-obra e manutenção de TI, levando assim, a uma maior eficácia e melhor vantagem competitiva em termos de iniciativas estratégicas melhoradas e capacidade de resposta a clientes (SANDOE *et al.*, 2001; BHARADWAJ *et al.*, 2007).

O ERP se propõe a resolver o problema da falta de integração entre sistemas dentro das empresas. Essa integração gera para a empresa benefícios como o aumento de produtividade, aumento dos lucros, redução de pessoal, melhoria e padronização dos processos, flexibilidade e satisfação dos clientes (MOREIRA e SANTANA, 2012).

Apesar de haver relatos de falhas de implementações ou o total e completo abandono do projeto (RIBBERS e SCHOO, 2002; SOH *et al.*, 2000; WILLIS e WILLIS-BROWN, 2002). SHIN (2006) descreve que os sistemas ERP são sistemas de informação que permitem às organizações melhorar seus processos de negócios, minimizar informações redundantes e melhorar a integridade das informações.

Nas últimas duas décadas, os sistemas ERP tornaram-se uma das implementações mais caras no uso corporativo de tecnologia da informação, apesar dos benefícios que podem ser alcançados com um sucesso na implementação, há evidências de uma alta taxa de falhas para projetos de implantação em várias indústrias (HUANG *et al.*, 2004; JAYAWICKRAMA e YAPA 2013; SUN, NI e LAM, 2015).

O ERP afeta tanto a estratégia de negócios quanto os recursos organizacionais, melhorando finalmente o desempenho da empresa (HONG *et al.*, 2012). Atualmente, as empresas estão sendo confrontadas com o desafio de permanecer competitiva, expandindo para novos mercados e exceder as expectativas do cliente (ALHAKIMI e ALZAHARY, 2015). PENG e NUNES (2017) mostraram claramente que as empresas ainda enfrentam muitos desafios e problemas na fase pós-implementação do ERP.

2.1.2 ERP E SEUS RISCOS

Compreender os riscos do ERP ajudará as empresas a alcançar o sucesso comercial sustentável (PAN *et al.*, 2011). Enquanto muitas empresas enfrentam desafios após a implementação do ERP, em diversos setores e funções de negócios, a melhoria contínua ajuda a manter um alinhamento contínuo entre a estrutura de uma organização e seus aplicativos (PENG e NUNES, 2017).

Mas não se subestima a complexidade da implantação de um sistema ERP, sem conhecer e se preparar para os riscos desta empreitada. ABDINNOUR e SAEED (2015) descrevem que percepções dos usuários de ERP afetam a implementação do mesmo, examinando os principais usuários de ERP em vários níveis envolvidos, na pré e pós-implantação.

WYNN (2009) confere que os atributos do ERP, sua implementação e desempenho na empresa, definindo como o grau em que as soluções do ERP estão alinhadas com a estratégia de negócios da organização. As empresas percebem as estratégias da nova solução ERP como o pré-requisito para a adoção futura do sistema e sua implementação bem-sucedida (PAN *et al.*, 2011). Na mesma linha, entende-se que a falta de uma estratégia clara, coloca em risco a operação de um sistema de gestão. Estudos abordam a importância do ERP em sua fase de pós-implantação, também como um alinhamento da estratégia de negócios para a sustentabilidade e satisfação do usuário do ERP, considerando que o ERP afeta tanto a estratégia de negócios quanto os recursos organizacionais, melhorando finalmente o desempenho da empresa (HONG *et al.*, 2012).

ALHAKIMI e ALZAHARY (2015) apontam que as empresas estão sendo confrontadas com o desafio de permanecer competitiva, expandindo para novos mercados e exceder as expectativas do cliente. PENG e NUNES (2017) mostraram claramente que as empresas ainda enfrentam muitos desafios e problemas na fase pós-implantação do ERP.

2.1.3 ERP E USUÁRIOS

O gerenciamento da aceitação da tecnologia (TAM) considera que comportamentos individuais, serem influenciados pela utilidade percebida do produto de TI (ELKHANI *et al.*, 2014). Utilidade percebida é o grau em que o indivíduo acredita que o uso de um sistema específico apoiará e aprimorará o seu desempenho individual, o que, por sua vez, aprimora satisfação individual. A utilidade percebida também afeta o grau de satisfação do usuário do sistema. MITAKOS *et al.*, (2010) afirmam que este grau de satisfação impactada pela qualidade do sistema e seus benefícios para os indivíduos. Assim, a satisfação

dos usuários do sistema tem uma significativa participação, é considerado uma principal medida dos fatores de sustentabilidade pós-implementação que maximizam o valor e satisfação do ERP para os usuários. CHUNG *et al.*, (2008) relatam que 65% dos executivos acreditam que os sistemas ERP têm pelo menos uma chance moderada de prejudicar seus negócios devido a problemas de implementação e satisfação dos usuários.

2.1.4 ERP NA NUVEM - CLOUD

Tecnologia na Nuvem (*Cloud Computing*) de acordo com o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST), pode ser definido como um modelo que visa permitir o acesso conveniente e sob demanda da rede, a um conjunto de recursos de computação configuráveis que podem ser rapidamente provisionados e liberados, com esforço mínimo de gerenciamento ou interação com um provedor de serviços de *internet* (MELL *et. al.*, 2011).

As ofertas deste serviço foram fundamentais para mudar a solução ERP para a plataforma em nuvem. Surge o Cloud ERP que permite que as Pequenas e Médias Empresas (PME) desfrutem dos benefícios e privilégios de um pacote ERP, sem a necessidade de instalar o *hardware* de TI (FOSSO WAMBA *et. al.*, 2015). Além disso, GUPTA (2018) descreve em seu artigo, que uma solução baseada na nuvem elimina a necessidade de uma PME manter uma força de trabalho de TI, não há investimento inicial e a PME paga pelos serviços que utiliza. Com base na necessidade da PME, um fornecedor de nuvem pode ser empregado para prestar os serviços. Uma empresa pode usar o módulo ERP na nuvem padronizado, oferecido pelo fornecedor de nuvem ou pode ser personalizado com base em seus requisitos comerciais específicos (HASHEM *et al.*, 2015).

Tecnologias emergentes como a solução de um ERP em nuvem é geralmente mais eficaz para as PME do que as grandes empresas (UTZIG *et al.*, 2013; FOSSO WAMBA *et. al.*, 2016). No caso de uma solução de ERP no local, uma empresa tem controle quase completo sobre os vários aspectos que podem levar ao sucesso da implementação do ERP (HSU, 2013). No entanto, no caso do ERP baseado em nuvem, uma empresa é dependente dos serviços

oferecidos por um fornecedor de nuvem. A seleção cuidadosa de um fornecedor de nuvem é, portanto, crucial para um bom desempenho. Há uma falta de padronização nos serviços oferecidos por vários fornecedores e, portanto, eles podem variar entre si em larga escala (MARSTON *et al.*, 2011). Com os avanços tecnológicos na computação em nuvem, soluções de ERP tradicionais agora também podem ser oferecidas em um modelo *plug-and-play* para PME (BATTLESON *et al.*, 2016).

Há preocupações que devem ser considerados antes de adotar e implementar a solução do ERP em nuvem, entre eles: conformidade, rede e segurança da informação são as principais preocupações que afetam os serviços de ERP baseados em nuvem.

2.1.5 ERP NO BRASIL

A pesquisa realizada pelo *site* Portal do ERP teve por objetivo primário o levantamento de dados referente ao comportamento do mercado de ERP no Brasil, no ano de 2017. Foram pesquisadas 4.857 empresas nos tamanhos: pequena, média e grande de acordo com a classificação oficial do IBGE. Destaca-se a participação da TOTVS nesta pesquisa com 27,9% para grandes empresas, empresas de médio porte 31,6%, pequeno porte com 29,1%. A lista dos maiores fornecedores de *software* ERP que atuam no mercado brasileiro de acordo com a pesquisa do PORTAL DO ERP, está demonstrado no Quadro 1 e a atuação dos fornecedores de sistemas ERP por porte da empresa está demonstrado no Quadro 2.

Quadro 1 – Top 10 Fornecedor do *software* ERP no Brasil

FABRICANTES		Top 10
FABRICANTE	%	EMPRESAS
TOTVS	37,99%	1.845
OUTROS	14,39%	699
Desenvolvimento Interno	13,49%	655
MEGA SISTEMAS	3,89%	189
SENIOR Sistemas	3,83%	186
SAP	2,78%	135
ORACLE	2,16%	105
ALTERDATA	1,85%	90
CIGAM	1,61%	78
SAGE	1,30%	63

Fonte: PORTAL DO ERP

Quadro 2 – Top 10 Fornecedor do *software* ERP por Porte

Empresas Grande Porte			Empresas Médio Porte		
ERP	%	EMPRESAS	ERP	%	EMPRESAS
TOTVS Protheus	27,09%	153	TOTVS Protheus	31,63%	775
ORACLE Oracle	12,22%	69	OUTROS ERPs	14,37%	352
TOTVS RM	8,14%	46	Desenvolvimento interno	10,16%	249
Desenvolvimento interno	7,97%	45	SENIOR	5,14%	126
MEGA SISTEMAS	5,84%	33	MEGA SISTEMAS	4,86%	119
MICROSOFT Dynamics	5,49%	31	TOTVS Datasul	4,24%	104
SAP Business Suite	5,31%	30	TOTVS RM	3,96%	97
SENIOR	5,13%	29	TOTVS Logix	1,63%	40
OUTROS ERPs	4,78%	27	SANKHYA	1,27%	31
ORACLE JDEdwards	2,48%	14	SAP Business One B1	1,10%	27
Empresas Pequeno Porte			Empresas Microempresas		
ERP	%	EMPRESAS	ERP	%	EMPRESAS
TOTVS Protheus	29,14%	306	Desenvolvimento interno	22,22%	240
OUTROS ERPs	12,48%	131	TOTVS Protheus	21,57%	233
Desenvolvimento interno	11,52%	121	OUTROS ERPs	17,50%	189
ALTERDATA	4,67%	49	CONTA AZUL	4,07%	44
CIGAM	4,10%	43	ALTERDATA	3,80%	41
TECNICON	4,00%	42	CIGAM	3,24%	35
MEGA SISTEMAS	3,52%	37	TOTVS RM	2,41%	26
TOTVS RM	3,33%	35	OMIE	1,76%	19
SENIOR	2,95%	31	MILLENNIUM	1,57%	17
SAP Business One B1	2,95%	31	SANKHYA	0,83%	9

Fonte: PORTAL DO ERP

Uma das questões mais discutidas na literatura é o grau de satisfação dos usuários em relação ao atendimento e utilização dos recursos do sistema. A pesquisa realizada pelo PORTAL DO ERP apresenta que, tanto na fase de implantação, como na pós-implantação, a representatividade entre “muitos satisfeitos” e “satisfeito”, em média, fica em 72% e 68% respectivamente. O gráfico da Figura 2 representa este comportamento.

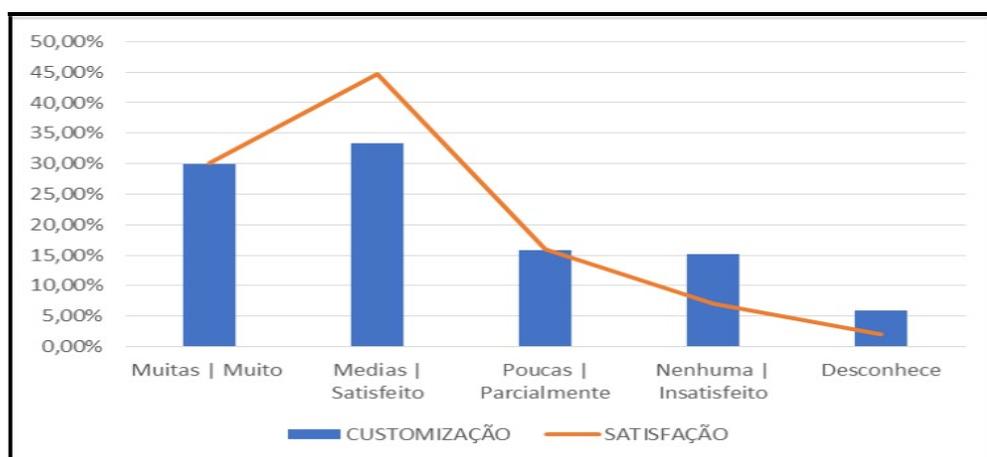


Figura 2 – Satisfação do Usuário na utilização do ERP

Fonte: PORTAL DO ERP

Um dos requisitos mais determinantes na decisão de aquisição de uma solução ERP está no investimento. Na pesquisa realizada a Figura 3 demonstra, o total gasto com licenças, implantação, manutenção, customização e treinamento. 50% das empresas desembolsaram até R\$ 100.000,00 em investimentos em Gestão Empresarial.

INVESTIMENTO R\$	%	EMPRESAS
Desconheço esta informação	21,58%	1.048
Menos de 10.000	14,35%	697
10.001 a 20.000	8,89%	432
20.001 a 30.000	6,26%	304
30.001 a 50.000	9,24%	449
50.001 a 80.000	6,11%	297
80.001 a 100.000	5,15%	250
100.001 a 150.000	6,42%	312
150.001 a 200.000	2,88%	140
200.001 a 300.000	3,38%	164
300.001 a 500.000	2,96%	144
500.001 a 800.000	2,86%	139
800.001 a 1.000.000	3,52%	171
1.000.000 a 1.500.000	2,70%	131
1.501.000 a 2.000.000	1,77%	86
2.000.000 a 3.000.000	0,64%	31
3.000.000 a 4.000.000	0,16%	8
4.000.000 a 5.000.000	0,16%	8
5.000.000 a 8.000.000	0,47%	23
8.000.000 a 10.000.000	0,16%	8
Mais de 10.000.000	0,31%	15

Figura 3 – Investimentos realizados em ERP
Fonte: PORTAL DO ERP

2.1.6 EVOLUÇÃO DOS ERP INTERNACIONAIS FRENTE À INDÚSTRIA 4.0

Frente a novas aplicações e utilização de máquinas, sensores, banco de dados, os fornecedores internacionais de *software* despontam com soluções adaptadas e criativas para fazer parte desta nova revolução da Indústria 4.0. Em 2018 os 10 principais fornecedores internacionais de *software* de ERP representaram quase 31,9% do mercado global de aplicativos de ERP, que cresceu 3%, chegando a quase US\$ 91,1 bilhões em receitas de licença, manutenção e assinatura de ERP (APPS RUN THE WORD, 2020). No ano 2017, a SAP liderou com 6,8% de participação de mercado de sistemas ERP. A fornecedora Oracle aparece em 2º lugar, seguido por Intuit em 3º. lugar, a empresa FIS Global aparece em 4º lugar, Fiserv em 5º e a Microsoft em 6º Lugar. A Figura 4 mostra a participação dos fornecedores de ERP no mundo.

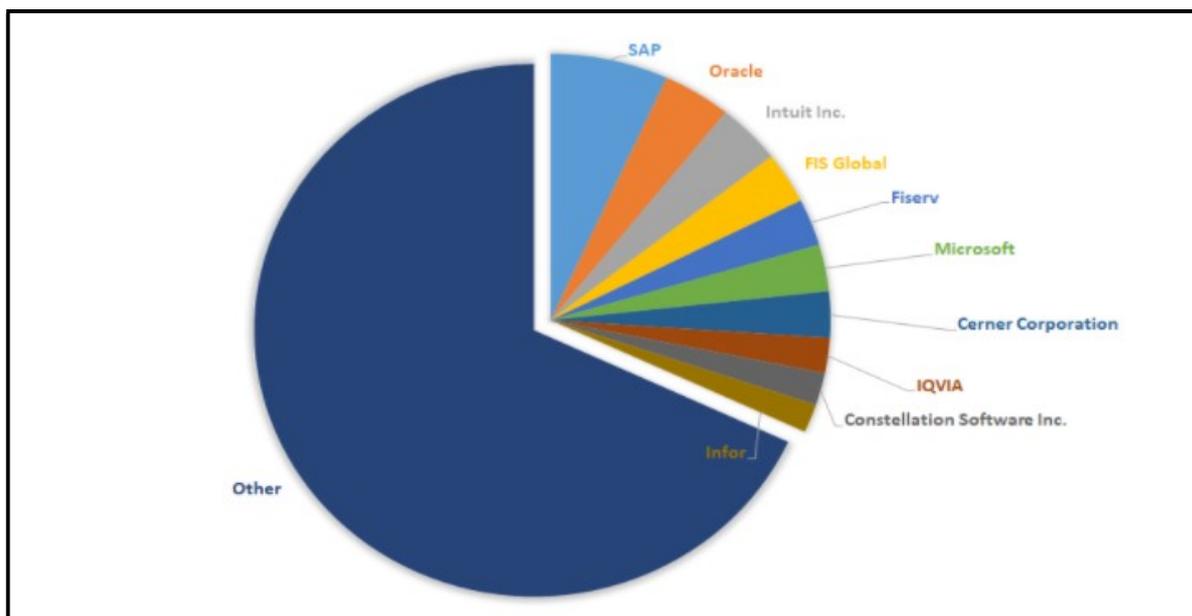


Figura 4- Participação dos Fornecedores de *software* ERP no mundo
 Fonte: Apps Run The World (2020)

2.1.6.1 SAP

SAP (Systeme Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung) é uma empresa de origem alemã, criadora de *softwares* de gestão de empresas. Ao longo de quatro décadas, a SAP evoluiu de uma empresa pequena e regional na cidade de Walldorf a uma organização de alcance mundial. Hoje, a SAP é a líder global de mercado em soluções de negócios colaborativos e multi empresas que empregava 74.497 pessoas em 2015 (SAP.Site, 2020).

A SAP apresenta-se com uma plataforma digital e tecnologias inteligentes por meio do módulo SAP Leonardo, integrando diretamente os aplicativos de negócios da SAP aos dados da IoT em tempo real. O SAP Leonardo IoT é uma solução Industrial de IoT projetada para tomar decisões mais bem informadas e em tempo real. (Sap.Leon, 2020).

2.1.6.2 ORACLE

A ORACLE foi fundada em 1977 com atuação em todo mundo que atua na área de computação e informática, com especialização no desenvolvimento e distribuição de soluções de banco de dados, sistemas em nuvem e de *softwares* corporativos – ERP.

Com a solução Oracle *Internet of Things* propõe-se facilitar a obtenção do valor real de IoT. As soluções de SaaS (serviços nas nuvens) para IoT da Oracle são criadas em uma plataforma de tecnologia específica para IoT altamente escalável e robusta executada no *Oracle Cloud Infrastructure*. (ORACLE.SITE, 2020).

2.1.6.3 MICROSOFT

A Microsoft Corporation uma empresa americana com atuação internacional e sede em Redmond, Washington, que desenvolve, fabrica, licencia, apoia e vende *softwares* de computadores, produtos eletrônicos, computadores e serviços pessoais.

O *software* ERP Microsoft Dynamics, a solução de *software* corporativo que oferece ferramentas para gerenciar a organização, desde a cadeia de suprimentos, compras e recursos humanos, a projetos financeiros e colaborativos, usando a solução ERP baseada em nuvem integrada com o Azure, integrando ERP, *business intelligence*, infraestrutura, computação e serviços de bancos de dados.

O Azure IoT tem a análise de dados, as ferramentas, os recursos de segurança e os dispositivos necessários para ajudar cumprir suas metas de IoT (DOCS.MICROSOFT, 2020). O Azure IoT Edge move análises de nuvem e lógica de negócios personalizada para dispositivos móveis, de modo que a organização pode se concentrar em ideias de negócios em vez de gerenciamento de dados (docs.microsoft.com, 2020).

A conectividade de chão de fábrica, o PLC Twin é um componente de IoT que automatiza o registro e a descoberta de dispositivos e oferece controle remoto de dispositivos industrial por meio de APIs Rest. O PLC Twin usa o Hub IoT e o Azure IoT Edge para conectar-se à nuvem e à rede da fábrica. O PLC Twin permite que os desenvolvedores de IoT se concentrem na criação de aplicativos de IoT sem se preocuparem com a maneira de acessar as máquinas locais de modo seguro (DOCS.MICROSOFT, 2020).

2.2 FCS – FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

2.2.1 DEFINIÇÕES E ORIGEM

Há registros que o nascimento dos FCS ocorreu na década de 1960 como sendo uma nova abordagem organizacional para auxiliar a alcançar o desempenho, metas e competitividade das empresas (RAM e CORKINDALE, 2013). Dada a aparente relevância para a Indústria, os pesquisadores viram a necessidade de identificar FCS para ajudar a resolver problemas orientado as melhores práticas, o que resultou no crescimento de publicações acadêmicas sobre FCS nas últimas quatro décadas (DEZDAR *et al.*, 2009; KARUPPUSAMI e GANDHINATHAN, 2006; KHAN *et al.*, 2009).

O conceito do FCS também ganhou maior aceitação no domínio dos sistemas de informação e, em particular, no contexto dos sistemas de gestão empresarial – ERP (FINNEY e CORBETT, 2007; IFINEDO *et al.*, 2010). Organizações que implementam sistemas ERP buscam a obtenção de resultados de implementação bem-sucedidos, já que esses sistemas eram anunciados como uma inovação revolucionária para resolver o problema do “Bug do milênio” (Y2K) e fornecer uma solução de negócios integrada para alcançar eficiências operacionais e melhorias de gestão empresarial (KUMAR *et al.*, 2002). No entanto, a tentativa de implementação dos sistemas ERP foram acompanhados por altas taxas de falha e dificuldades de implementação (KANARACUS, 2012; NGAI *et al.*, 2008).

Identificar FCS tornou-se uma popular agenda de pesquisa para ajudar a melhorar as chances de sucesso na implementação, levando a identificação de um grande número de FCS aparentemente relevantes para a adoção bem-sucedida, de implementação e uso de sistemas ERP (IFINEDO *et al.*, 2010).

2.2.2 FCS E SUA RELEVÂNCIA

Para se obter sucesso na fase de implementação dos projetos ERP, pesquisas e suas contribuições concentraram-se na identificação de FCS (NAH

et al., 2001). Apesar da existência de um grande conjunto de FCS identificados que buscam a evitar falhas do projeto ERP, esses projetos continuaram a sofrer falhas e dificuldades de implementação (LIU e SEDDON, 2009; RAM e CORKINDALE, 2013).

Não há como menosprezar os estudos dos FCS para os projetos de implantação de sistemas ERP, visto que o ambiente de tecnologia e pessoas são extremamente voláteis e trazem para si uma complexidade peculiar, não administrada, por vez totalmente fora dos planejamentos. Porém antecipando os possíveis problemas há de se preparar para cada evento um roteiro de escape e soluções e com isso validar a lista de FCS que foi capaz de minimizar os impactos gerados pelas mudanças de processos, sistemas e pessoas. Na literatura, repetidamente os altos índices de falha nos projetos de ERP é discutida (BEATTY *et al.*, 2006; AHMAD *et al.*, 2013).

LEU e LEE (2017) citam que devido ao alto número de pessoas e grupos envolvidos, e ao alto número e complexidade de tarefas, as implementações de ERP são frequentemente abordadas, usando metodologias de que normalmente consideradas para grandes empreendimentos de engenharia. A importância e o tamanho dos projetos de ERP envolveram muita pesquisa sobre como mitigar os riscos das implementações do sistema ERP.

2.2.3 FCS NA IMPLEMENTAÇÃO E PÓS-IMPLEMENTAÇÃO

Implementar um sistema ERP é muito caro, níveis de investimentos que podem superar milhões de dólares. Os custos de *software*, *hardware*, manutenção e especialmente o processo de implementação em si é alto. A implementação também pode causar riscos significativos para a organização (ALOINI *et al.*, 2007).

A implementação do sistema pode ser complicada para atender às necessidades organizacionais e de gerenciamento de demandas sociais. A literatura mostrou que vários projetos falharam em concluir o ERP devido à baixa estimativa de custo e tempo (SHANKS *et al.*, 2000).

O ERP, apesar da popularidade e até bem projetado, a taxa de falha da implementação do mesmo continua alto. A Implementação de um sistema ERP

requer, por exemplo, uma reengenharia de processos para combinar capacidades do sistema com demandas da organização, devido à rápida mudança incerta provocada pelos sistemas ERP (LEU e LEE, 2017; CHAKRAVORTY *et al.*, 2016; GARGEYA e BRADY, 2005; SUMNER, 2000; ZERBINO *et al.*, 2017).

Uma pesquisa sobre implementação de ERP, indicou que entre 117 organizações empresariais, 40% dos projetos de ERP não conseguiram cumprir as metas de desempenho comercial (GARG e CHAUHAN, 2015) e outra pesquisa em 64% também não cumpriram seus objetivos de desempenho comercial. As empresas listadas na ' *Fortune 500* ' relataram que 25% das organizações sofriam de baixo desempenho de seu ERP na fase de pós-implementação (HA e AHN, 2014). Embora numerosos pesquisadores propuseram vários modelos de pesquisa para avaliar os fatores de sucesso, poucos estudos empíricos consideram a pós-implementação nestes fatores de sucesso, portanto, é tarefa primordial se concentrar especificamente nos fatores de sucesso do ERP pós-implementação (DEZDAR e AININ, 2011; GARG e CHAUHAN, 2015; HA e AHN, 2014; HAKIM e HAKIM, 2010; ZENG e SKIBNIEWSKI, 2013).

Estudos anteriores, a exemplo de OSNES *et al.*, (2018), identificaram que uma implementação eficaz é necessária uma estratégia para permitir o sucesso contínuo e abordar questões do ERP pós-implementação. Investigações adicionais devem ser conduzidas para revelar *insights* sobre a fase de pós-implementação.

ALI e MILLER (2017) também reconheceram essa lacuna de pesquisa como um requisito para mais exames sobre fatores críticos de sucesso da pós-implementação do ERP. Numerosas organizações têm lutado com os problemas do ERP pós-implementação (PISHDAD *et al.*, 2014) devido à falta de conhecimento significativo sobre adoção de uma nova tecnologia de sistemas (HA e AHN, 2014).

2.2.4 FCS E O SUCESSO DO PROJETO

Entregar projetos de ERP com sucesso tem sido o objetivo de muitas organizações e departamentos de governos ao longo de vários anos. No entanto, geralmente é difícil definir resultados bem-sucedidos e alcançá-los (MÜLLER e JUGDEV, 2012). Pesquisadores articularam exibições alternativas detalhadas sobre como (a) medir e definir o sucesso e (b) Apresentar uma lista de fatores de sucesso. Muitas vezes, o sucesso pode ser limitado a benefícios iniciais que pode não ser percebido ou realizado inicialmente quando um sistema de informação ERP é entregue e transferido para o início das operações. Isso pode levar o executivo a questionar o retorno do investimento para uma falha percebida do projeto de implantação do ERP (DWIVEDI *et al.*, 2015).

O sucesso deve ser medido por uma abordagem maior, mais conjunto de critérios relacionados, interdependentes e holísticos, que inclui o apoio das partes interessadas no sistema geral. Afirmam que padrões de gerenciamento de projetos, orientação e métodos como os do Grupo OGC e das Instituições de Gerenciamento de Projetos (PMI), enfatizam a importância de definir critérios de sucesso no início de um projeto e para que o sucesso seja alinhado com a realização dos benefícios organizacionais (HUGHES *et al.*, 2020 e KERZNER, 2015).

A realidade em muitas organizações é que os projetos raramente são vistos como 100% bem sucedido. Muitas vezes, há compromissos a serem feitos no contexto do escopo, qualidade, cronograma, orçamento e qualidade dos produtos, qualquer um dos quais pode ser visualizado como categorizar o projeto como apenas um sucesso parcial ou alternativamente uma falha parcial (KERZNER, 2015). Estudos tentaram definir o conjunto de fatores-chave para auxiliar os gerentes e executivos de projetos o que de fato é essencial numa entrega de sucesso para projetos de ERP. Embora muitos estudos forneçam uma lista de FCS posicionados como critérios definidos que, se seguidos, podem aumentar o potencial de sucesso, muitos desses fatores variam em escopo e conteúdo entre os estudos (MÜLLER e JUGDEV, 2012).

2.3 INDÚSTRIA 4.0

2.3.1 O SURGIMENTO E SUAS PRINCIPAIS DEFINIÇÕES

O termo Indústria 4.0 é uma reminiscência da quarta revolução industrial que já está ocorrendo a quase 200 anos. A primeira revolução industrial ocorreu no final do século XVII, foi impulsionada pelo advento dos motores a vapor, energia hidráulica e mecanização. A segunda revolução industrial foi impulsionada pelas linhas de montagem, sendo o pioneiro Henry Ford, que primeiro oficializou a produção em massa há quase um século. A terceira revolução industrial ocorreu na década de 1970, foi impulsionada pelo uso de computadores e automação nos processos de fabricação. O fenômeno da Indústria 4.0 foi primeiramente proposto pela Alemanha em 2011 na feira de Hannover. O termo Indústria 4.0 vem de seu equivalente alemão “Industrie 4.0” (BAUERNHANSL *et al.*, 2014; DRATH *et al.*, 2014; KAGERMANN, 2015).

A Indústria 4.0 é um conjunto de tecnologia digital, que transforma a produção industrial para o próximo nível de produção. A plataforma fundamental para o sucesso desta Indústria é a revolução nas tecnologias que consistem em Sistemas Físico-cibernéticos (CPS), *Internet* das Coisas (IoT) e *Internet* dos Serviços (IoS). Interconectar máquinas que permitem fabricar produtos customizados (LASI *et al.*, 2014). A Indústria 4.0 tornou-se imediatamente o foco do governo da Alemanha e em muitos outros países europeus. Em geral, a Indústria 4.0 é interpretada como a aplicação dos sistemas físicos cibernéticos nos sistemas de produção industrial (POSADA *et al.*, 2015). A incorporação da digitalização à atividade industrial resultou no conceito de Indústria 4.0, em referência ao que seria a 4ª revolução industrial, caracterizada pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial (CNI, 2020).

A Manufatura inteligente, conforme definida por WANG *et al.*, (2016) é uma empresa ciber-física, sistema que implementa produção flexível e ágil e

integra objetos físicos como máquinas, transportadores e produtos com sistemas de informações. A característica da Indústria 4.0 é uma fábrica inteligente, que é caracterizada por um sistema multi agente organizado, assistido por *feedback* baseado em *big data* e coordenação.

Uma característica importante da fábrica inteligente é que sua produção é equipada com sensores e sistemas autônomos e que as máquinas e equipamentos têm a capacidade de influenciar a melhoria de processos por meio de sua otimização e tomada de decisão autônoma (ROBLEK *et al.*, 2016). O objetivo de uma fábrica inteligente é alcançar a conexão de todos os dispositivos inteligentes, permitindo sua tomada de decisão autônoma. Essa conectividade do dispositivo, levando a um grau de conectividade que permite a tomada de decisões no nível da organização, inclui o Sistema de Gerenciamento da Produção, o Sistema de Gerenciamento de Energia e o Sistema de Informação Integrado (GAMARRA *et al.*, 2016).

DRATH *et al.* (2014) observa a Indústria 4.0, a quarta fase da Manufatura e TI sendo uma das áreas pioneiras de pesquisa, principalmente na última metade de uma década. Pela primeira vez na história da revolução industrial, está previsto um preconceito que molda o futuro de pesquisadores e empresas nesta área de maneira planejada (KAGERMANN *et al.*, 2013).

GREENGARD (2015) descreve os quatro componentes principais da Indústria 4.0, que são: a) sistemas físico-cibernéticos (conexões entre o real e o mundo virtual); b) IoT – inteligência das coisas; c) loS *internet* dos Serviços; d) Fábrica inteligente. Comunicação máquina-máquina (M2M) e produtos inteligentes não são considerados como partes independentes e sim incorporados. O M2M é um facilitador da IoT. Os produtos inteligentes são um subcomponente dos sistemas ciber-físico (GREENGARD, 2015; KAGERMANN, 2013).

O que realmente apresenta o fenômeno da Indústria 4.0, que partes da economia e da expansão do meio ambiente humano, é provavelmente mais evidente a partir das expressões às quais está associado, isso é, para melhorar a eficiência das operações e, finalmente, a produtividade de novos modelos de negócios, serviços e produtos que terão um tremendo impacto econômico em

relação a outras revoluções industriais (WILHELM *et al.*, 2014). A Figura 5 apresenta a evolução da Indústria.

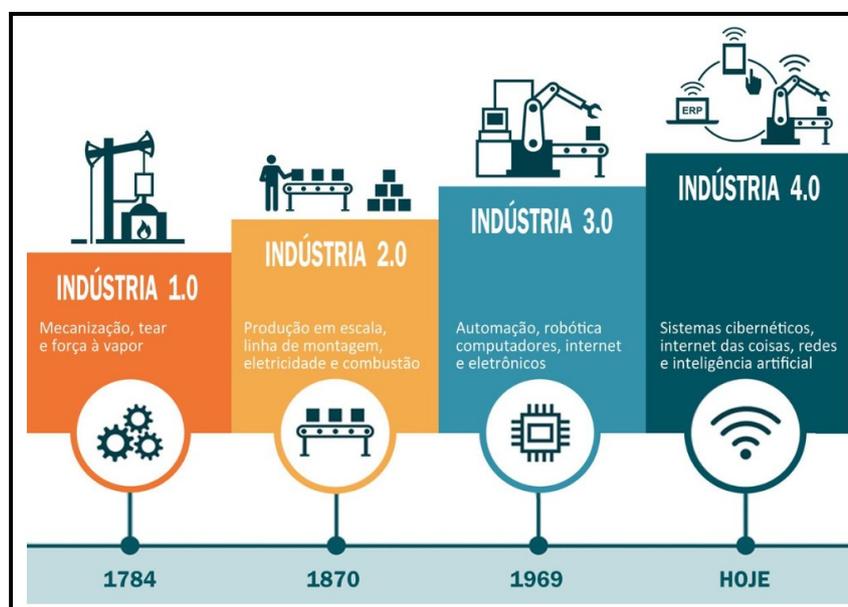


Figura 5 – Evolução da Indústria
Fonte: ANADI (2018).

Estima-se que a iniciativa da Alemanha para a construção da Indústria 4.0 contribuirá até 78 bilhões de euros ao PIB alemão até 2025 (LICHTBLAU *et al.*, 2015). Isso indica a importância dessa filosofia no setor industrial e vida das nações. Com a influência da Indústria 4.0, espera-se que os sistemas de produção industrial sejam 30% mais rápido que os anteriores e 25% mais eficientes (RÜßMANN *et al.*, 2015).

OZTEMEL e GURSEV (2020) estudaram o impacto da Indústria 4.0 em sistemas de manufatura, forneceram uma visão para estabelecer um roteiro para digitalizar a instalação da fábrica e exploraram as formas de transformar a manufatura acionada por fabricação dirigida. Como toda revolução que há, somente se identifica e nomeia como tal, após um tempo de maturação e resultados apresentados. No longo de três centenários observou-se a revolução industrial e seus reflexos. Surge então, a partir de um esforço de alguns países da União Europeia, o rompimento das limitações tecnológicas e partem para descobrir e desenvolver uma nova fronteira – a tecnologia nas coisas.

De acordo com SCHUH (ACATECH, 2017), a Indústria 4.0 representa o conjunto de inovações capazes de alavancar a eficiência das operações de forma consistente, auxiliando as organizações em seus diferenciais de competitividade, no futuro próximo.

Ao introduzir sistemas inteligentes que permitam a integração entre equipamentos na manufatura e serviços logísticos, a complexidade operacional será naturalmente reduzida, aumentando a robustez e segurança dos processos, bem como a redução dos custos de não-qualidade, como consequência, a produtividade global.

2.3.2 INDÚSTRIA 4.0 E SUA ESTRUTURA INICIAL

De uma perspectiva SANGMAHACHAI (2015) define a estrutura da Indústria 4.0 focando a atenção cibernética dos sistemas físicos (CPS) e da *internet* das coisas (IoT), bem como virtualização (VA), modularidade de operação em tempo real e interoperabilidade dos serviços. Algumas das pesquisas incluindo RIEDL *et al.* (2014), ROSAS *et al.* (2017), SCHUH *et al.* (2014); e SCHWEER e SAHL (2017) estudaram a Indústria 4.0 e seus componentes, focadas especialmente nos sistemas CPS e recursos de IoT.

A Indústria 4.0 também visa gerar fábricas inteligentes em um ambiente de nuvem seguro, alimentado por máquinas inteligentes com material inteligente e poder levar à geração de produtos inteligentes. CPS devem utilizar comunicação máquina a máquina (M2M) utilizando a plataforma de aplicativos. Mais de uma empresa geradora e mantidos os trabalhos em uma única rede de nuvem segura. Da mesma forma, muitos pesquisadores estudaram esse conceito de vários aspectos e apresentaram uma estrutura fundamental para o sistema Indústria 4.0.

QIN *et al.* (2016) analisaram o processo da Indústria 4.0 em quatro camadas: fábrica, negócio, produtos e clientes. ADEYERI *et al.* (2015) apresentaram uma visão geral Indústria 4.0, concentrando a atenção no agente com base em sistemas. FILIPPI *et al.* (2012) destacaram as atividades classificadas em Indústria 4.0 com o objetivo de apoiar a respectiva transição.

Eles pretendem fornecer um roteiro para as empresas estarem prontos para o futuro.

SOGOTI (2014) preparou um relatório para comunicação máquina a máquina na Indústria 4.0 em ambientes de fabricação. Eles explicaram a importância desta comunicação da máquina por meio da realização do inevitável progresso possível nessa linha. KAGERMANN *et al.* (2013) pela primeira vez na história da revolução industrial, está previsto um preconceito que molda o futuro de pesquisadores e empresas nesta área de maneira planejada.

LICHTBLAU *et al.* (2016) é um dos trabalhos que lista os principais componentes da Indústria 4.0, a saber: plataformas IoT, dispositivos móveis, computação em nuvem, realidade aumentada e “wearables”, interação multinível com clientes e seus perfis, análises de *big data* e algoritmos avançados, sensores inteligentes, impressão 3D, tecnologias de detecção de localização, interfaces homem-máquina avançada, autenticação e detecção de fraude. Além disso, esses mesmos autores destacam que existem 3 níveis dentro da análise de dados como capacidade central da Indústria 4.0, sendo tudo isso ilustrado na Figura 6.



Figura 6 – Componentes básicos da Indústria 4.0
Fonte: LICHTBLAU *et al.* (2016)

Os sistemas físicos cibernéticos devem utilizar a comunicação M2M e utilizando a plataforma de aplicativos. Mais de uma empresa podem gerar e manter em uma rede de nuvem segura a troca de informações. LASI *et al.* (2014) destacam que nesta era da Indústria 4.0 os principais desafios é a redução do ciclo de vida dos produtos, principalmente o valor orientado ao cliente por questões de concorrência global e desenvolvimento sustentável.

OZTEMEL e GURSEV (2020) relatam um paradigma na Indústria internacional atual que é difícil para eles resolverem as perguntas atuais usando os recursos e tradições. Além disso, o crescimento da demanda por manufatura dinâmica e a incerta integração de multiusuário, multi-padrão, métodos multidisciplinares e multiinteligentes.

Os meios de realização para a Indústria 4.0, DANJOU *et al.* (2016) apresentam recentes avanços e o desenvolvimento de novos métodos e tecnologias que são os principais responsáveis pela crescente popularidade do conceito *Industry 4.0* e seu uso potencial pelas PME.

De acordo com a pesquisa de RÜßMANN *et al.* (2015), esses meios podem ser divididos em nove grupos principais de métodos e tecnologias demonstrados no Quadro 3.

Quadro 3 – Métodos e tecnologias da Indústria 4.0 por RÜßMANN (2015)

Métodos e Tecnologias	Descrição
<i>Big Data</i> e <i>Big Data</i> analítica	Agora estão disponíveis várias ferramentas e técnicas para explorar uma grande massa de produção de dados. O processamento de grandes quantidades de dados sempre foi visto como um grande desafio para o planejamento e produção da produção, funções de controle, bem como a necessidade de atingir as metas da Indústria 4.0.
Simuladores	A integração de diferentes ferramentas de computador permite que gerentes e <i>designers</i> simulem os desempenhos de todos os aspectos de um sistema de produção. As ferramentas de modelagem permitem a análise do comportamento do produto, desempenho das linhas de produção e multi locais de coordenação da rede, levando à otimização de todos os processos e operação Industrial.
<i>Internet</i> das Coisas (IoT)	Novas tecnologias agora podem fornecer recursos de comunicação a objetos físicos A comunicação em tempo real de objetos físicos podem ser exploradas para monitorar vários produtos e estados do sistema em tempo real e facilitar a descentralização de tomada de decisão.
Sistemas Físico-cibernéticos (CPS)	Esses mecanismos permitem controlar e monitorar por algoritmos diretamente integrados nos sistemas e usuários ao seu redor. Isso permite que os objetos se comuniquem com seu ambiente e reconfigurar em tempo real em resposta a novas necessidades.

<i>Cloud</i> Computação em nuvem	A comunicação e o intercâmbio de informações podem ser facilmente expandidos com o uso da nuvem tecnologias de computação, fornecendo meios fáceis de conectividade de rede. Com tempo de reação de alguns milissegundos e grandes larguras de banda, o compartilhamento de informações em vários sistemas e redes em tempo real agora pode garantir que os dados e aplicativos estejam disponíveis em todos os lugares, o tempo todo e em qualquer terminal.
Realidade aumentada (RA) e Realidade virtual (RV)	A disponibilidade de dados em um sistema incorporado fornecem novos meios de acesso à informação comercial. Óculos inteligentes e outras tecnologias de realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV) estão cada vez mais sendo usados em processos de fabricação. Como tal, eles podem ser usados para simular um ambiente contendo dados reais e objetos simulados que podem ser usados para aprimorar os processos de <i>design</i> e fabricação.
<i>Blockchain</i> - Segurança cibernética	Protegendo um número grande de canais de comunicação sem reduzir o desempenho das redes é vital para garantir a implantação das estratégias da Indústria 4.0.
Robôs colaborativos	Robôs e tecnologias de sensores incorporados estão se tornando cada vez mais flexíveis, comunicativos e cooperativos. Conectividade com produtos e colaboração adequada de mecanismos com humanos, acabarão favorecendo a redução do tamanho do lote para um único item de produção a um custo razoável.
Comunicação máquina a máquina (M2M)	As tecnologias de comunicação estão crescendo rapidamente com o uso de um número maior de máquinas autônomas. Com base em protocolos padrão, este modo de comunicação permite que os usuários autônomos realize o gerenciamento da organização Industrial

Fonte: Adaptado de RÜßMANN *et al.* (2015)

Como alguns dos listados anteriormente, há uma quantidade de estudos acontecendo em todo o mundo sobre a Indústria 4.0 e tópicos relacionados. A literatura mencionada acima é início para os respectivos estudos da Indústria 4.0.

De acordo com TEIXEIRA (2019) as tecnologias digitais formam as bases para a transformação da Indústria 4.0. Essas tecnologias podem ser empregadas de diversas formas de acordo com o projeto da empresa gerando soluções específicas na resolução de problemas. Algumas tecnologias já são empregadas nas indústrias, porém a novidade está na integração de tecnologias e na possibilidade de soluções diferentes das já conhecidas. Outro conceito interessante é o de “*Internet* dos Serviços” que é basicamente a utilização da *Internet* para criar alternativas de valor para o setor de serviços. O Quadro 4 apresenta o conjunto de tecnologias para a Indústria 4.0 destacadas pelo autor.

Quadro 4 - Tecnologias da Indústria 4.0 por TEIXEIRA (2019).

Tecnologia	Descrição
Sensores e Atuadores	Os sensores e os atuadores estão na base de processos de automação digital. Controlador lógico programável (CLP).
<i>Internet</i> das Coisas	São sistemas conectados entre si ou bens de consumo conectados com outros produtos.
<i>Big Data</i>	Disponer de grandes bases de dados necessária à personalização de um pedido também está na base da automação digital e da robotização de processos Industrial nas quais os robôs autônomos tendem a assumir maior relevância.
Computação em Nuvem	Infraestrutura compartilhada e acessada por meio da <i>internet</i> , a partir de diversos dispositivos de acesso, tais como computadores, tabletes e celulares.
Inteligência Artificial	A inteligência artificial viabiliza que produtos e processos produtivos tomem decisões sem a interferência humana
Tecnologias de Comunicação sem Fio	São sistemas constituídos por equipamentos, dispositivos, componentes e por <i>softwares</i> que viabilizam a comunicação de voz e de dados sem fio em tempo real (tecnologia 5G).
Sistemas de Gestão Integrados - ERP	São <i>softwares</i> de gerenciamento que integram diferentes atividades de uma unidade Industrial, ou que aumentam a eficiência da gestão produtiva, comercial ou financeira da empresa, ou que integram unidades produtivas de uma mesma corporação.
Robótica	Os robôs são equipamentos de automação Industrial controlados automaticamente, podendo ser programados e reprogramados a distância e com maior ou menor grau de autonomia no processo produtivo.
Manufatura Aditiva	É o processo de produção de peças por meio da deposição de materiais.
Novos Materiais	Há uma nova geração de materiais que podem ser nano estruturados ou não, que possuem aplicações diversas e que estão contribuindo para o desenvolvimento das tecnologias apontadas como necessárias à Indústria 4.0.

Fonte: TEIXEIRA (2019)

Assim, têm-se as “Fábricas Inteligentes” que representam as unidades nas quais os sistemas físico-cibernéticos comunicam-se entre si e com outras entidades, por meio da “*Internet* das Coisas” e da “*Internet* dos Serviços”, auxiliando máquinas e pessoas na execução de suas tarefas (SALAH, 2019; LEUSIN, 2018). No campo da interface homem-máquina, essa interação é fundamental, podendo-se citar como exemplo a utilização de roupas robóticas, o que possibilita que pessoas possam realizar trabalhos que por si só seria impossível, como carregar grandes quantidades de peso. Outra relação homem-máquina é pelo uso da realidade virtual, *Augmented Reality*, que nada mais é do que transformar informações do mundo digital visíveis ao mundo real. Outra possibilidade é a criação de novos objetos por meio da Impressão

3D, o que permite alcançar um grau de complexidade de formas jamais vista pelos métodos convencionais de conformação plástica de materiais. Quanto à questão de segurança, os mecanismos de autenticação e detecção de fraude (*Authentication and Fraud Detection*) podem trazer novos recursos de segurança frente às novas tecnologias (BARRETO *et al.*, 2017).

2.3.3 FCS NA IMPLANTAÇÃO BEM SUCEDIDA DA INDÚSTRIA 4.0

Uma implementação bem-sucedida da Indústria 4.0 é um desafio para acadêmicos e para os profissionais. SONY e NAIK (2019b) apresentam um estudo que tentou responder a pergunta de pesquisa 'Quais são os fatores críticos para a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0? Por uma revisão da literatura temática, os autores encontraram 10 fatores críticos para o sucesso da implementação da Indústria 4.0 conforme apresentado no Quadro 5. A implementação da Indústria 4.0 deve ser estudada de maneira multidimensional. As organizações devem entender que iniciativa de uma digitalização de sua empresa afetará todos os aspectos da organização desde o modelo de negócios até a maneira como produtos e serviços serão fornecidos. Conseqüentemente, as organizações que gerenciam efetivamente as mudanças em uma metodologia será bem-sucedida. Projeto, técnicas e métodos de gerenciamento devem ser implementados em todos projetos da Indústria 4.0 (SCHUMACHER, EROL e SIHN 2016; HOFMANN e RÜSCH 2017; ROJKO 2017).

Quadro 5 – Fatores Críticos de Sucesso na implementação da Indústria 4.0

FCS na Ind. 4.0	Descrição dos FCS	Autor ano
1) Alinhar as iniciativas da Indústria 4.0 com a estratégia organizacional	A Indústria 4.0 não começa e termina com a fabricação ou cadeia de suprimentos, em vez disso, abrange todos os aspectos da organização, setor ou sociedade. O primeiro fator é o gerenciamento estratégico da Indústria 4.0 com estratégia organizacional.	BRETTEL <i>et al.</i> , 2014
2) A alta direção deve apoiar as iniciativas da Indústria 4.0 de todo o coração	O suporte da alta gerência é essencial para o sucesso de qualquer iniciativa. O sucesso da Indústria 4.0 também depende muito do comprometimento e suporte da alta gerência. Para a Indústria 4.0, o apoio da alta gerência é tanto financeiro quanto a política na organização.	YOUNG e JORDAN, 2008; SONY, 2018; SONY e NAIK, 2019a.
3) Os funcionários serão importantes para o sucesso da Indústria 4.0	A implementação da Indústria 4.0 cria um ambiente de trabalho desafiador para os trabalhadores. O trabalho tradicional que foi feito pelos funcionários agora será feito pelo CPS (sistema físico cibernéticos). O requisito	SONY e NAIK, 2019a.

	de habilidade do funcionário polarizados em direção a habilidades de ordem superior, pois a maioria das habilidades de ordem inferior agora serão realizadas pelo CPS. A implementação do CPS exigirá um significativo conhecimento técnico, criando uma demanda por emprego com habilidades técnicas específicas que serão cruciais para o sucesso da Indústria 4.0.	FREY e OSBORNE 2017
4) Faça seus Produtos ou Serviços Inteligentes	Para fabricar produtos e serviços em uma fábrica inteligente sob a Indústria 4.0, o produto ou serviço deve interagir com os sistemas automatizados, flexíveis, eficientes e auto processos de produção, regulados os produtos inteligentes usam os avançados sistemas CPS para coletar, processar, fabricar produtos de forma automatizada e de maneira auto regulada.	LICHTBLAU <i>et al.</i> 2015
5) Faça esforços para Digitalizar a Cadeia de Suprimentos	A Indústria 4.0 traz uma era em que toda a cadeia de suprimentos será digitalizada na organização levando a uma revolução no fornecimento. Gerenciamento de cadeias de suprimentos intensa na concorrência global e custos, levaram os fornecedores a criarem redes integradas para sobreviver no mercado. O IoT, CPS e Cloud Computing foram instrumentos nas diversas arquiteturas de integração.	BRETTEL <i>et al.</i> 2014
6) Digitalize a Organização	Digitalização da organização é a porcentagem de ativos Industrial equipados com sensores, que detectam os parâmetros de relevância na organização.	LICHTBLAU <i>et al.</i> 2015
7) Gerenciamento de Mudanças	Implementação da Indústria 4.0 em uma organização muda as estruturas profundas da organização devido à vertical, integração horizontal e de ponta a ponta, portanto, essas mudanças podem ser denominadas como mudança radical.	DE SOUSA <i>et al.</i> 2018; SONY 2018
8) Gerenciamento de Projetos	A implementação da Indústria 4.0 será uma série de projetos bem-planejado e programado estrategicamente para o seu sucesso. O gerenciamento bem-sucedido do projeto será um aspecto importante do sucesso da Indústria 4.0. Assim os conceitos de gerenciamento de projetos devem ser aplicados criticamente para o seu sucesso.	ROJKO 2017; Shamim <i>et al.</i> 2016.
9) Gerenciamento de Segurança Cibernética	A Indústria 4.0 designa a rede digital de pessoas, produtos e máquinas, além do estreitamente relacionado processamento inteligente de dados, serviços de valor agregado digital e processos de negócios. Para desenvolver a padronização, algumas das arquiteturas como (1) Modelo de Arquitetura de Referência Indústria 4.0 (RAMI 4.0) e Industrial Arquitetura de Referência da <i>Internet</i> (IIRA) o sucesso da Indústria 4.0 em uma organização será sustentável se a ciber-segurança estiver incorporada na fase inicial de sua implementação.	HANKEL 2015; FLATT <i>et al.</i> 2016; ALJAWARNEH, 2017
10) Indústria 4.0 e sustentabilidade	A sustentabilidade nos negócios e operações é cada vez mais usada principalmente devido às pressões da sociedade, as exigências regulatórias responsabilidade social das empresas	Garza-Reyes 2015; ERDIL, <i>et al.</i> , 2018

Fonte: Adaptado de M. SONY NAIK (2019b)

2.3.4 INDÚSTRIA 4.0 x ERP

O ERP é um nome genérico dado a sistemas de informação gerenciais projetados de modo eficiente para integrar todos os recursos de uma empresa. DA XU *et al.*, (2014) relatam que a tendência em tecnologias de automação em manufatura como *Cyber-Physical Systems* (CPS), *Internet das Coisas* (IoT) e *Cloud Computing* são coletivamente denominados Indústria 4.0. É, portanto, uma evolução tecnológica de sistemas incorporados a manufatura inteligente (ROJKO 2017; BIBBY *et al.*, 2018; SHIN *et al.*, 2018; SONY, 2018) em moderno e complexo ambiente de produção, tecnologias como da comunicação máquina a máquina, IoT, CPS, nuvem. A computação está conectando o espaço virtual a um espaço físico de sistemas, tornando a fábrica inteligente uma realidade (LICHTBLAU *et al.*, 2015; BALDASSARI *et al.*, 2017; Schroeder *et al.*, 2019; SONY e NAIK, 2019a.). Um dos conceitos que abordam mudanças estratégicas da forma de atuação das empresas na elaboração de seus produtos é a integração de sistemas de maneira vertical e horizontal. Este conceito é utilizado para apresentar como os dados, processos, produtos, sistemas de produção e sistemas de gestão empresarial (ERP) se integram na Indústria 4.0 (SENAI, 2020), conforme demonstrado na Figura 7.

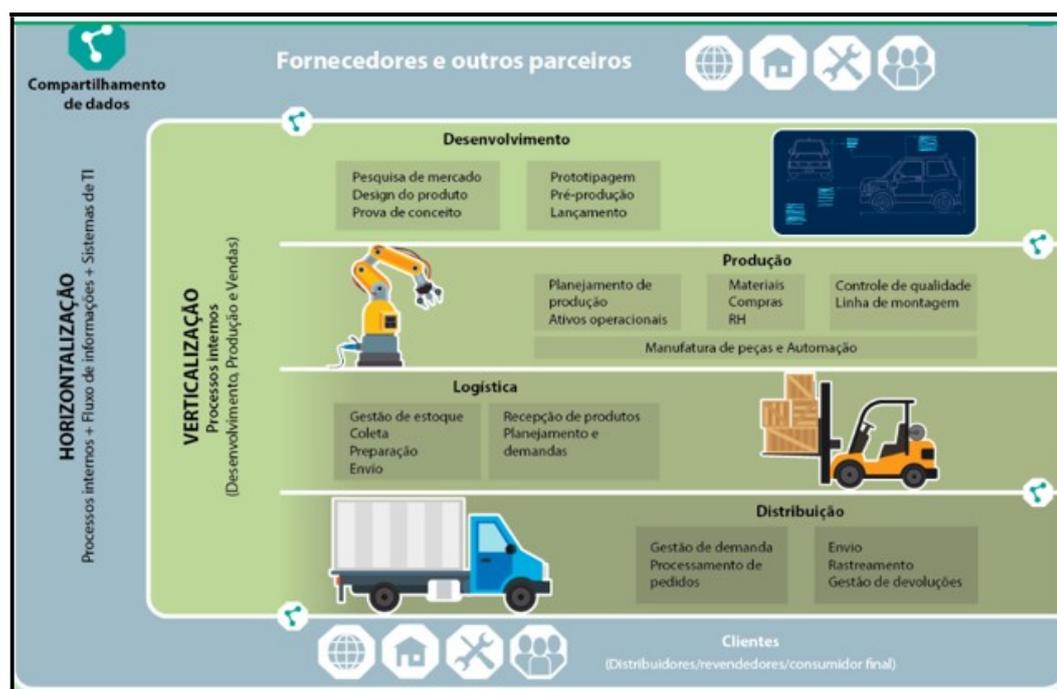


Figura 7 – Integração Vertical e Horizontal ERP x IND 4.0
Fonte Adaptado de SENAI (2020).

O conceito INDÚSTRIA 4.0 precisa de conectividade e colaboração de parâmetros, receber *feedback* dos usuários finais e agregar valor instantâneo a todas as partes interessadas, não apenas fornecedores. Indústria 4.0 é a personalização coletiva, o objetivo principal não é a produção em massa. Sistemas de rede devem ser inteligentes para tornar a personalização possível. SADRZADEHRAFIEI (2013) apresenta recursos característicos que podem ser suportados por um sistema ERP bem estruturado. Mantendo isso a utilização ideal de recursos pode ser possível, mesmo sob descrições de trabalhos variados.

- Dados em tempo real podem ser analisados e indicação precoce de casos excepcionais seriam possíveis;
- Os sistemas ERP podem fornecer transparência nas vendas e compras via regras de negócios automatizadas;
- Os Aplicativos *Mobile* podem usar dados ERP para transmitir as mensagens não apenas para o gerente, mas também para as máquinas executando em dispositivos pessoais para executar as operações esperadas;
- O ERP pode facilitar a vida útil das máquinas para gerar uma capacidade de projeto dentro da estrutura de produção;
- As informações podem ser agregadas e otimizadas centralmente para qualquer tamanho de lote;
- Por meio de uma operação estratégica eficaz do sistema ERP, poderia ser fácil e o acesso às informações de fornecedores, clientes e outros parceiros poderiam ser possíveis para garantir a eficiência das operações *on-line*;
- A utilização ideal de recursos pode ser possível, mesmo sob descrições de trabalho variadas;
- Os clientes podem acompanhar o *status* de seus pedidos on-line para que receba as informações necessárias sem demora. Tal como acontece com os outros componentes, houve uma quantidade de pesquisa e literatura disponível em sistemas ERP alguns estão

diretamente relacionados à implementação da Indústria 4.0, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Artigos estudados da Indústria 4.0 x ERP

Componente Indústria 4.0	Descrição	Autor (ano)
ERP, INDÚSTRIA4.0	Categorizaram o ERP em benefícios estratégicos, táticos e operacionais em cada função. Apresenta o desempenho do ERP para a implementação da Indústria 4.0 em embalagens de alimentos secos.	SADRZADEHRAFIEI <i>et al.</i> (2013)
ERP; Cloud	Usaram algoritmo do <i>cluster</i> hierárquico para <i>Internet</i> Dinâmica e Heterogênea. O modelo e o sistema são amigáveis em inteligência de negócios e ERP.	UTZIG <i>et al.</i> (2013)
ERP; IND4.0	Investigou o pacote de <i>software</i> ERP.	LEE <i>et al.</i> (2015c)
ERP; SI; BI	Publicou a operação de volume focada em empresas de sistemas complexos usando sistemas de BI. Eles estudaram conhecimentos sobre BI uso e maturidade em empresas de sistemas complexos.	BABICEANU <i>et al.</i> (2016)
TI; IND 4.0	Fornecido uma breve visão geral do progresso atual das tecnologias inteligentes tecnologias para a sociedade Industrial e apresentou conjunto organizado de informações que promovem a fabricação inteligente.	OZTEMEL e GURSEV (2020)
ERP; APS; APC / AEC; EDA; SCM	Algoritmos e soluções inteligentes pode ser incorporado em vários sistemas de informação para planejamento de recursos empresariais (ERP), produção avançada (APS), controle de processos e equipamento de controle (APC / AEC), sistema de execução de fabricação. Análise de dados de engenharia (EDA) e cadeia de suprimentos (SCM) para melhorar a qualidade da decisão, bem como o gerenciamento da cadeia de <i>design</i> . Observe que esse também é um requisito essencial dentro Indústria 4.0.	SCHUH <i>et al.</i> (2014)
ERP; IND 4.0	Estudou aumentar a flexibilidade do sistema ERP e efetivamente resolver muitos problemas não padronizados e não fixos problemas de negócios. Esse recurso é importante para a Indústria 4.0 tornando os sistemas capazes de adaptar as mudanças sem perder as informações.	LIU (2011)

Fonte: preparado pelo autor

O desenvolvimento de ERP e a respectiva definição de estrutura da Indústria 4.0 também estavam na agenda da comunidade de pesquisa relacionada. Por exemplo, BOUWERS e VIS (2009) discutiram os requisitos para o Monitoramento de *software*, ZHAI e ZHANG (2009), TSAI *et al.* (2009) estudaram o desempenho de Sistemas ERP nesse contexto. Inclusive, esses autores sugeriram melhores formas de desempenho em implementação de *software* ERP. Primeiro, alguns estudos também foram realizados sobre

infraestrutura para facilitar a implementação do ERP, o que também é muito benéfico no âmbito da Indústria 4.0.

RUIVO *et al.* (2014) apresentam integração entre sistemas que podem influenciar significativamente o valor dos investimentos em TI. Eles investigaram a contribuição de pacotes de ERP comercialmente para os seus negócios. Eles mostraram a importância do sistema ERP na maneira da Indústria 4.0. Os recentes avanços e o desenvolvimento de novos métodos e tecnologias são os principais responsáveis pela crescente popularidade do conceito *Industry 4.0* e seu uso potencial pelas PME (DANJOU *et al.*, 2016). As pesquisas indicam uma lista de fatores a serem considerados ao configurar a rede de informações da Indústria 4.0. Estes estudos são um bom exemplo de compreensão da quantidade de dados, conexão e infraestrutura gerados em ambientes da Indústria 4.0 e a importância de análise destes dados relacionados ao ERP.

Estudos apontam para uma revolução na construção e mudança de comportamento na adoção de soluções mais integradas e conectadas a Indústria 4.0. De acordo com GILCHRIST (2016) existem nove dimensões: "Produto", "Cliente", "Operação" e "Tecnologia", criada para avaliar os apoiadores básicos e, além disso, as dimensões "Estratégia", "Liderança", "Governança", "Cultura" e "Pessoas".

Baseado uma revisão da literatura, seis princípios que devem nortear uma implementação da Indústria 4.0 (GILCHRIST, 2016) e que poderão ser requisitos necessários para soluções ERP, são os seguintes: a) Interoperabilidade; b) Virtualização; c) Descentralização; d) Capacidade em tempo real; e) Orientação de serviço Modularidade. Esses requisitos serão detalhados a seguir.

Interoperabilidade

A interoperabilidade pode ser simplesmente definida como a capacidade dos sistemas de negociar com outros sistemas. No contexto da Indústria 4.0, a interoperabilidade é a capacidade de todos os componentes, como recursos humanos, produtos inteligentes, fábricas inteligentes e quaisquer tecnologias

relevantes para conectar, comunicar e operar juntos via IIoT, IoS, IoP e WoT (GILCHRIST, 2016).

A interoperabilidade exige toda uma situação com cooperação líquida e esforço conjunto adaptável entre todas as várias partes. A interoperabilidade alude à capacidade de todos os segmentos de se unir, transmitir e trabalhar juntos por meio da IoT (GRANGEL-GONZÁLEZ *et al.*, 2016). Mesmo que inúmeras estratégias sejam acessíveis, a IoT permite que os recursos simples e básicos de uma interface, faça a associação entre pessoas, linhas de produção apuradas e as inovações (XU *et al.*, 2018).

Desafios encontrados: Os Sistemas ERP poderão compartilhar informações com os demais componentes da Indústria a partir de sua localização para uma disponibilidade total via nuvem, mantendo assim a interoperabilidade de seus aplicativos.

Virtualização

A virtualização permite a replicação de um “gêmeo digital” de toda a cadeia de valor sendo armazém inteligente (*smart*), fábrica inteligente, todos os equipamentos e máquinas relacionadas e até produtos inteligentes mesclando dados de sensores adquiridos do mundo físico em modelos virtuais ou baseados em simulação (MORENO *et al.*, 2017). O gêmeo virtual da fábrica inteligente, por exemplo, permitiria processos de engenharia e *designers* para aprimorar os processos existentes ou otimizar a funcionalidade das linhas de produção em completo isolamento, sem interromper os processos físicos na fábrica inteligente que eles virtualizaram (GILCHRIST, 2016).

Os fornecedores que seguem a Indústria 4.0, recorrerão à da fabricação de um “gêmeo virtual” da instalação Industrial, que melhorará os procedimentos dos processos atuais e diminuir o avanço e demonstração de itens, um procedimento de criação e dessa maneira, diminui a oportunidade de se beneficiar das coisas novas (BRETTEL *et al.*, 2017).

Desafios Encontrados: Sistemas ERP deverão integrar módulos de manutenção, suprimentos e até SCM com seus sistemas espelhados gerando informações de preços, estoques de peças, tempo de reposição,

reprogramação de produção entre outras necessidades da fábrica de forma integrada.

Descentralização – sistemas auto reguláveis

A descentralização permite que diferentes componentes da fábrica inteligente trabalhem independentemente e tomar decisões de forma autônoma, de maneira a permanecer alinhadas com o caminho em direção ao único objetivo organizacional final (GILCHRIST, 2016). Sistemas autorreguláveis e inteligentes mecanismos de controle como o CPS estão entre os principais facilitadores da descentralização (LASI *et al.*, 2014). As empresas lucram com a descentralização graças ao planejamento simplificado e coordenação de diferentes processos. O setor da Indústria 4.0 atualiza a descentralização. Ele capacita uma planta experiente de processamento para decidir sobre as escolhas corretas de forma independente, sem desvio de seus caminhos para um objetivo hierárquico definitivo (GILCHRIST, 2016), a exemplo a sincronização do e-Kanban com os componentes de um armazém inteligente (por exemplo, veículo guiado automaticamente ou robôs com identificação RFID) podem reduzir significativamente a complexidade do planejamento central, oferecendo liberdade de decisão.

Desafios encontrados: as Soluções ERP deverão tratar as estratégias das descentralizações das plantas industriais e seus módulos produtivos e tratar cada decisão (robôs, M2M, PLC) no contexto dos processos previamente definidos, consolidando numa base de dados para futuros planejamentos para tomada de decisão.

Capacidade em tempo real

A Indústria 4.0 está focada em centralizar tudo em tempo real, portanto, a coleta de dados e o monitoramento dos vários processos são alcançados em tempo real (LEE *et al.*, 2015c; REJIKUMAR *et al.*, 2020).

Desafios encontrados: ERP já trabalham em tempo real com seus aplicativos e bancos de dados compartilhados, adotar novas integrações de

comunicações é o grande desafio destas plataformas. Deverão ampliar suas conexões com os dispositivos da Indústria com a finalidade de captar dados, processar e disponibilizar os resultados esperados.

Orientação de serviço na nuvem

Administrações interna e externa são requeridas pelas fábricas de processamento, razão pela qual a administração da *internet* virou um segmento indispensável da Indústria 4.0 (KIM *et al.*, 2017). A nuvem permite a entrega de sistemas muito mais rápido que sistemas independentes, atualizações rápidas, modelos de desempenho atualizados e outras opções de entrega. A Indústria viu uma grande mudança na utilização de soluções em nuvem e isso continuará a crescer e representar um grande desafio para outros meios de armazenamento de dados. A Tecnologia em nuvem é o serviço de armazenamento *online* mais simples que fornece conveniência operacional com aplicativos baseados na Web que não requer instalação (NUÑEZ *et al.*, 2017). Facilita a operação garantindo que clientes e funcionários atinjam os mesmos dados simultaneamente. *Cloud Systems* reduz custos, elimina complexidade da infraestrutura, amplia a área de trabalho, protege dados e fornece acesso a informações a qualquer momento (Li *et al.*, 2017).

Desafios encontrados: ERP conectados pela nuvem trocam, as mensagens e atribuições interna e externamente de forma instantânea, recebendo dados e informações da produção, clientes e fornecedores. O desafio é o tratamento da linguagem clara e comum entre os entes da operação.

Modularidade e personalização

GILCHRIST (2016) descreve a modularidade, um outro princípio de *design* da Indústria 4.0, que se preocupa com a mudança, desde a manufatura e planejamento linear, ora sistemas rígidos e modelos de produção inflexíveis em direção a um sistema ágil, que possa se adaptar a circunstâncias e requisitos em constante mudança. A modularidade envolve todos os níveis de

produção e fabricação e se baseia numa cadeia de suprimentos ágil, sistemas flexíveis de fluxo de material, procedimentos modulares de tomada de decisão e processos flexíveis (GHOBAKHLOO e AZAR, 2018).

A modularidade é complementada pela personalização do produto, que é outro princípio de *design* da Indústria 4.0. Personalização do produto é de fato uma implicação mais orientada ao cliente da personalização em massa (YANG *et al.*, 2017). Com a introdução de tendências tecnológicas modernas, como CPS responsivo, IoT, arquitetura de produto aberta, automação e fabricação aditiva permitiram reconfiguração com base nas mudanças constantes das preferências do cliente, identificadas principalmente por avaliação e previsão do comportamento dos consumidores (WANG *et al.*, 2016). A adaptabilidade é uma diretriz de planejamento da Indústria 4.0 para plantas experientes ajustar sem esforço às condições e pré-requisitos variáveis (BRETTEL *et al.*, 2017).

Desafios encontrados: Os sistemas ERP precisam estar preparados para as diversidades da demanda da nova Indústria 4.0, visto que o poder de sua adaptabilidade e modularidades já são realidades no chão de fábrica e seus aplicativos devem estar preparados para novos comportamentos.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa é um procedimento racional e sistemático cujo objetivo é proporcionar respostas aos problemas propostos. Segundo EISENHARDT (1989), dessa forma, pode-se compreender que o ato de pesquisar é procurar ou buscar respostas para algo, perguntas, fatos, etc. (MILES e HUBERMAN, 1994).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para uma visão geral da classificação da pesquisa, o Quadro 7 apresenta o que foi adotado.

Quadro 7 – Visão geral da classificação da pesquisa

Definições	Autor (ano)	Descrição
Abordagem Geral	MARTINS (2010)	Qualitativa
Quanto aos Objetivos	GIL (2009)	Exploratória
Quanto ao Método de Pesquisa	CAUCHICK MIGUEL (2010)	Teórico-conceitual
Procedimentos Técnicos	GIL (2009)	Pesquisa bibliográfica
Técnica de Coleta de Dados	GIL (2011)	Levantamento bibliográfico, questionário e entrevista.

A pesquisa está orientada, pelo que relata GIL (2009) quanto ao plano geral, como sendo um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, pois para o conhecimento ser considerado como científico é necessário identificar (e declarar em registros adequados) as operações mentais e técnicas que vão possibilitar uma futura verificação.

Para tanto, a partir deste ponto, será feito um detalhamento das etapas que foram desenvolvidas na execução desta pesquisa.

A *abordagem geral* dessa pesquisa, pelo que apresenta MARTINS (2010) foi classificada como QUALITATIVA, pois apresenta um delineamento do contexto do ambiente da pesquisa, é uma abordagem não muito estruturada, tem múltiplas fontes de evidências e destaca a importância da concepção da realidade organizacional.

A pesquisa *quanto aos objetivos* é classificada como EXPLORATÓRIA, porque proporciona maior familiaridade com o problema, aprimorando ideias ou a descoberta/confirmação de intuições. Além disso, este método tem um planejamento flexível, de modo a considerar os mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Segundo SCHEIN (1999) a investigação exploratória é quando o pesquisador começa a levantar o processo por meio do ponto de vista dos envolvidos, explorando: processos emocionais, raciocínio e as ações.

O *método de pesquisa* adotado é classificado, a partir de CAUCHICK MIGUEL (2010), como sendo TEÓRICO-CONCEITUAL, parte-se de discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas e modelagens conceituais. Seu escopo principal envolve modelagens conceituais que podem resultar em novas teorias.

Quanto ao *procedimento técnico geral* a contribuição maior é advinda de PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, a qual GIL (2009) menciona como o elemento mais importante para a identificação de um delineamento. Inclusive o autor identifica que há 2(dois) grandes grupos de delineamento: fontes de “papel” e os dados fornecidos por pessoas. MOREIRA (2004) *apud* CORDEIRO (2007) descrevem que a pesquisa bibliográfica pode ser classificada segundo: seu propósito (analítica ou de base), sua abrangência (temporal ou temática), sua função (histórica ou de atualização), seu tipo de análise desenvolvida (bibliográfica ou crítica).

Quanto à **técnica de coleta de dados**, nos moldes descritos por GIL (2011), utilizou-se: LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO. O levantamento bibliográfico já foi justificado e detalhado anteriormente.

3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é um método científico para busca e análise de artigos de uma determinada área da ciência (CONFORTO *et al.*, 2011). A RSL é importante para definir a linha limítrofe da pesquisa que se deseja desenvolver, definindo assim os tópicos chave, autores, palavras, periódicos e fontes de dados preliminares, DANE (1990). Trata-se de um passo inicial para qualquer pesquisa científica (WEBSTER e WATSON 2002).

A Pesquisa Bibliográfica é desenvolvida a partir de um material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, nos estudos exploratórios é comum a utilização dessa estratégia de pesquisa por permitir que o pesquisador ganhe mais cobertura do que faria pesquisando diretamente (GIL, 2011).

Esse projeto terá como principais fontes, as publicações científicas disponíveis nas bases de dados limitando o período de pesquisa entre 2007 a 2020, focando nas palavras-chave: *ERP; FCS* e palavras-chave combinadas *Indústria 4.0, FCS, ERP, IoT*; logo:

A pesquisa bibliográfica será realizada em 2 fases:

Fase I – R.S.L da perspectiva atual: realizar uma revisão sistemática da literatura para identificar o conjunto de FCS na perspectiva atual como base para se projetar uma implantação de sistema ERP considerando a Indústria 4.0.

Fase II – R.S.L. da perspectiva projetada: A partir da perspectiva atual realizar uma revisão sistemática da literatura de modo a identificar os principais FCS para a implantação de ERP no contexto da Indústria 4.0.

4 RESULTADOS DA RSL ATUAL E PROJETADA

Neste capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica em 2 (duas) fases: uma RSL da perspectiva atual e outra projetada.

- Fase I – R.S.L da perspectiva atual: realizar uma revisão sistemática da literatura para identificar o conjunto de FCS na perspectiva atual como base para se projetar uma implantação de sistema ERP considerando a Indústria 4.0.
- Fase II – R.S.L. da perspectiva projetada: A partir da perspectiva atual realizar uma revisão sistemática da literatura de modo a identificar os principais FCS para a implantação de sistema ERP no contexto da Indústria 4.0.

4.1 FASE 1 R.S.L. DA PERSPECTIVA ATUAL

A RSL da perspectiva atual buscou artigos utilizando as palavras-chave “*Enterprise Resource Planning*” e “*Critical Success Factors*” resultando inicialmente em 1.610 artigos. Aplicando um novo filtro com apenas artigos revisados por pares, resultou em 1.486 e somente artigos que foram publicados entre 2007 até março de 2020 resultou em 1.173. Foram encontrados 936 artigos armazenados na base de dados *Scopus*, 260 na *Web of Science* e 151 na base *Science Direct*. O resultado da primeira pesquisa de artigos relacionados aos FCS na Implementação dos ERP é de 1.173 artigos, sendo 229 duplicados, resultando em 944 artigos para uma análise inicial. A Figura 8 apresenta as fases de exclusão dos artigos fora dos objetivos da pesquisa.

4.1.1 BUSCA ESPECÍFICA DOS FCS ATUAL

As palavras-chave pesquisadas nesta amostra foram encontradas e mencionadas no todo ou parte dos textos dos artigos publicados: incluindo, resumo, introdução, desenvolvimento e conclusão.

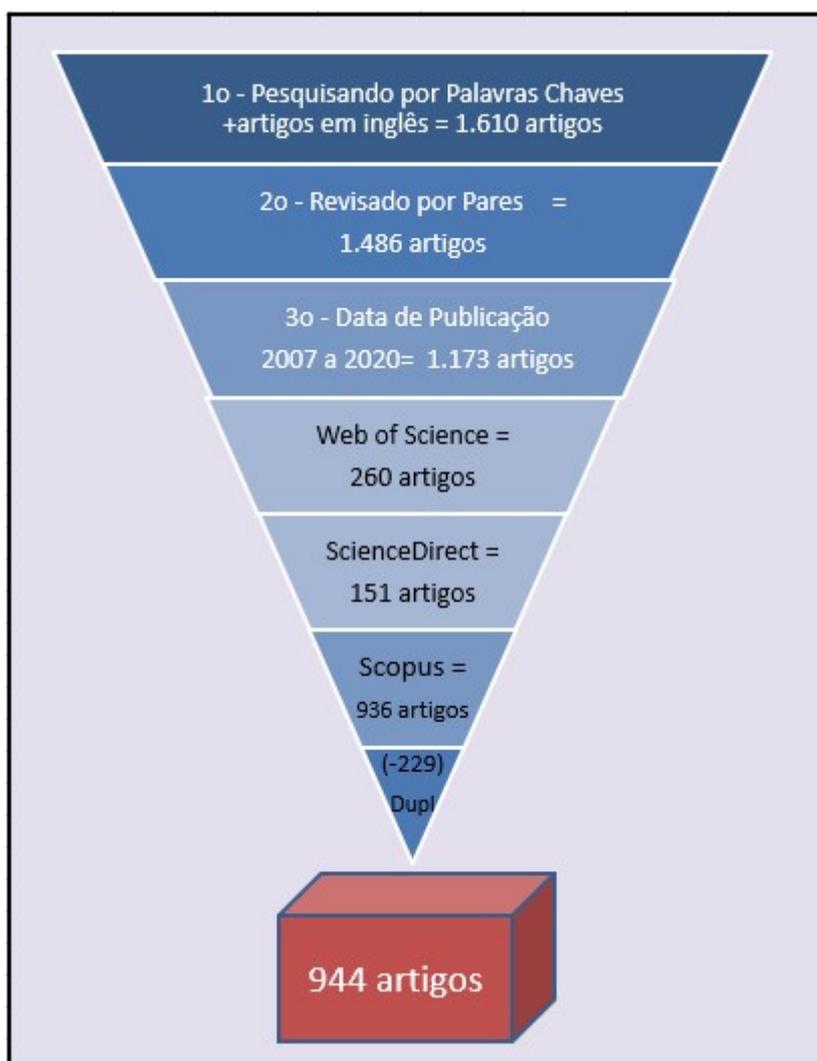


Figura 8 – Funil das etapas de Pesquisa FCS ERP Atual
Fonte: Preparado pelo autor

A partir dos 944 artigos aplicou-se um novo filtro na pesquisa para destacar somente aqueles artigos que continham em seus títulos a expressão em inglês “*Critical Success Factors*”. Um novo resultado de artigos mais específicos, de 944 para 172 artigos que continham em seus títulos “Fatores Críticos de Sucessos”. Após segregarem os 172 artigos, realizou-se uma análise exploratória dos resumos de cada artigo e identificou-se que 142 artigos não atendiam o objetivo da RSL.

Os 30 artigos restantes apresentavam um alinhamento com o objetivo desta RSL e foram selecionados com a finalidade de responder à questão “Quais são os fatores críticos de sucesso na implementação de sistemas ERP”. Na Figura 9 demonstra as etapas do refinamento da pesquisa realizada.

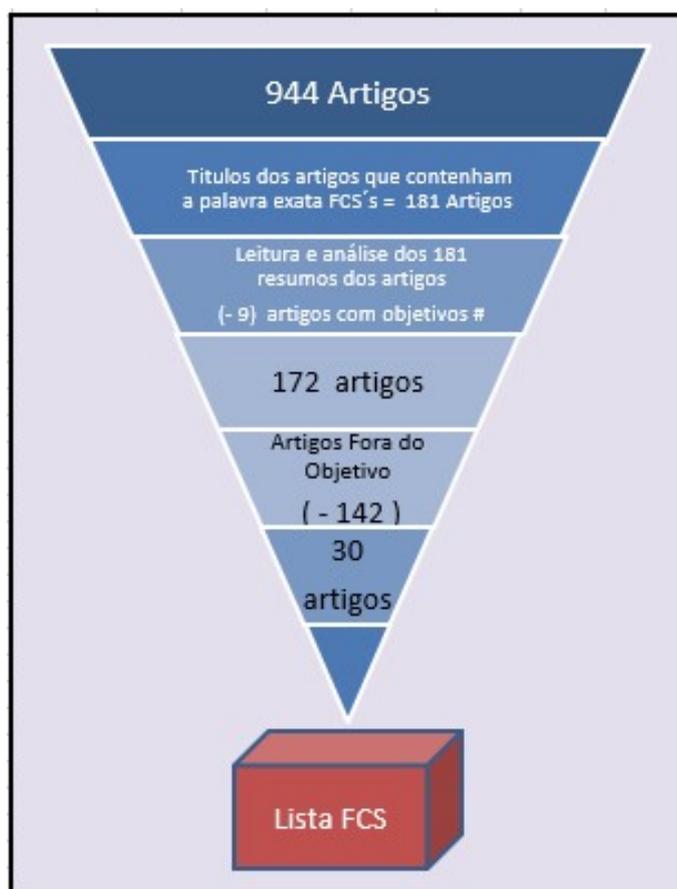


Figura 9 – Funil da pesquisa - o refinamento dos 30 artigos FCS ERP Atual
Fonte: Preparado pelo autor

4.1.2 FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO ENCONTRADOS - ATUAL

Com a aplicação de filtros e análise de resumo dos artigos, buscou-se estudar, cada um dos 30 artigos selecionados, aplicando uma classificação inicial privilegiando o título do artigo, a lista dos FCS, o ano da publicação e número de citações são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Título, autores e ano de publicação dos 30 artigos analisados

	Título	Autores	No. Citações
1	<i>ERP implementation: a compilation and analysis of critical success factors.</i>	FINNEY <i>et al.</i> , (2007)	892
2	<i>ERP implementation through critical success factors' management.</i>	FRANÇOISE <i>et al.</i> , (2009)	241
3	<i>Critical success factors in enterprise resource planning systems: Review of the last decade.</i>	SHAUL <i>et al.</i> , (2013)	236
4	<i>Critical success factors for implementing ERP: the case of a Chinese electronics manufacturer</i>	WOO <i>et al.</i> , (2007)	201
5	<i>A model of critical success factors for software projects.</i>	SUDHAKAR <i>et al.</i> , (2012)	179
6	How "critical" are the critical success factors (CSFs)? Examining the role of CSFs for ERP	RAM (2014)	163

7	Understanding how project critical success factors affect organizational benefits from enterprise systems	LIU <i>et al.</i> , (2009)	93
8	<i>Selection and critical success factors in successful ERP implementation</i>	BEHESHTI <i>et al.</i> , (2014)	87
9	<i>A Classification Framework of Critical Success Factors for ERP Systems Implementation: A Multi-Stakeholder Perspective</i>	NOUR <i>et al.</i> , (2013)	76
10	The Core Critical Success Factors in Implementation of Enterprise Resource Planning Systems	HANAFIZADEH <i>et al.</i> , (2010)	49
11	<i>Enterprise resource planning: identifying relationships among critical success factors</i>	BANSAL <i>et al.</i> , (2015)	46
12	Organizational, technological and extrinsic factors in the implementation of cloud ERP in SMEs	GUPTA <i>et al.</i> , (2018)	43
13	<i>Critical success factors in ERP upgrade projects</i>	BARTH <i>et al.</i> , (2019)	41
14	<i>Critical Success Factors of Enterprise Resource Planning Implementation in Construction: Case of Turkey</i>	OZORHON <i>et al.</i> , (2015)	36
15	<i>Critical success factors for ERP system implementation: a user perspective</i>	REITSMA <i>et al.</i> , (2018)	30
16	<i>Development of a two-phase structural model for evaluating ERP critical success factors along with a case study</i>	BAYKASOĞLU <i>et al.</i> , (2017)	29
17	<i>Enterprise systems' life cycle in pursuit of resilient smart factory for emerging aircraft industry: a synthesis of Critical Success Factors' (CSFs)</i>	RASHID <i>et al.</i> , (2017)	29
18	<i>Development of a two-phase structural model for evaluating ERP critical success factors along with a case study</i>	BAYKASOĞLU <i>et al.</i> , (2017)	29
19	Critical Success Factors (CSFs) for Enterprise Resource Planning (ERP) Solution Implementation in SMEs: What Does Matter for Business Integration	STERNAD <i>et al.</i> , (2009)	24
20	<i>Elucidation of IS project success factors: an interpretive structural modelling approach</i>	HUGHES <i>et al.</i> , (2020)	20
21	<i>Factors affecting post-implementation success of enterprise resource planning systems: a perspective of business process performance</i>	HASAN <i>et al.</i> , (2019)	19
22	<i>Developing Evaluation Matrix for Critical Success Factors in Technology Forecasting</i>	SRIVASTAVA <i>et al.</i> , (2014)	18
23	A Primary Human Critical Success Factors Model for the ERP System Implementation	JENKO <i>et al.</i> , (2016)	13
24	<i>Strategic analysis of CSF's for not-for-profit organizations</i>	STRANG <i>et al.</i> , (2018)	12
25	<i>A multi-dimensional model of Enterprise Resource Planning critical success factors</i>	VARGAS <i>et al.</i> , (2019)	7
26	<i>A hermeneutic analysis of critical success factors for Enterprise Systems implementation by SMEs</i>	KURNIA <i>et al.</i> , (2019)	7
27	<i>Do we Fully Understand Information Systems Failure? An Exploratory Study of the Cognitive Schema of IS Professionals</i>	KIM <i>et al.</i> , (2019)	6
28	<i>Factors influencing organizational information systems implementation in Thai public universities</i>	WATCHATON <i>et al.</i> , (2018)	5
29	<i>Critical Success Factors Aspects of the Enterprise Resource Planning Implementation</i>	NIKITOVIC <i>et al.</i> , (2012)	4
30	<i>An expert-based taxonomy of ERP implementation activities</i>	JANSSENS <i>et al.</i> , (2018)	3

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

4.1.3 LISTA DOS 24 FCS ATUAL

Por meio da semelhança dos FCS e na forma intuitiva e interpretativa do texto, reclassifica-se cada FCS numa matriz com o objetivo de agrupar os 30 artigos com o mesmo sentido e texto. Após a realização do agrupamento encontrou-se 24 fatores críticos de sucesso comuns a todos os artigos pesquisados. O FCS mais mencionado nos artigos foi o “Apoio da Alta Gerência”, mencionado por 27 autores dos 30 artigos selecionados. Na Figura 10 segue o *ranking* dos FCS. A Figura 11 apresenta a matriz construída relacionando o autor com os FCS defendidos em seus artigos pesquisados.

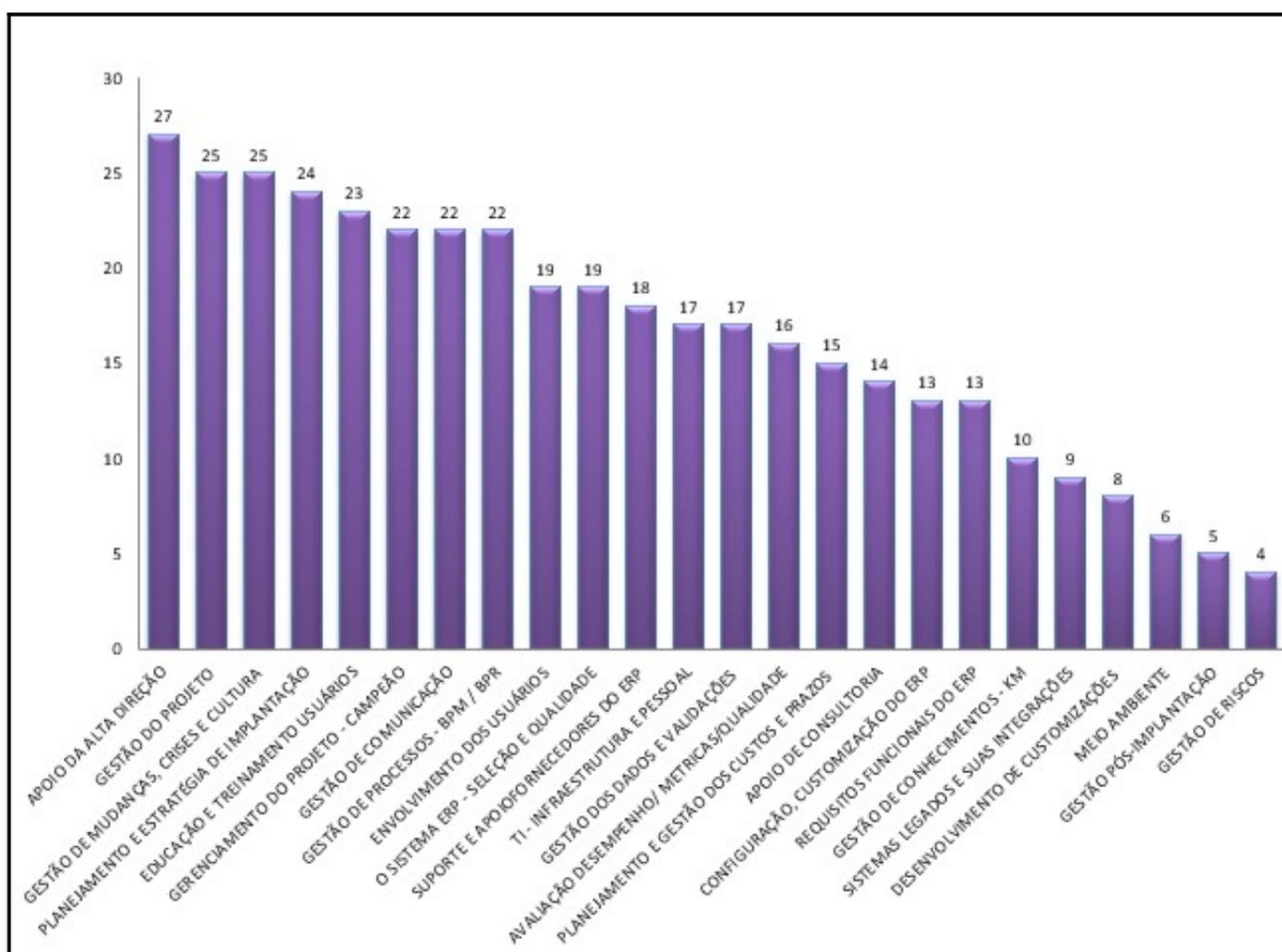


Figura 10 – Fatores Críticos de Sucessos mencionados nos 30 artigos

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Fatores Críticos de Sucesso agrupados por semelhança		Najmul, H. et al. (2019)	Launé, H. et al. (2019)	Vergas, M. et al. (2019)	Kurnia, S. et al. (2019)	Kim, J. et al. (2018)	Watchanon, A. et al. (2018)	Christian, B. et al. (2018)	Kenneth, D. (2018)	Guy, J. et al. (2018)	Baykasolu, A. et al. (2017)	Ewout, R. et al. (2017)	Aeif, R. et al. (2017)	Göçük, I. et al. (2017)	Jenko, A. et al. (2017)	Shivam, G. et al. (2017)	Bansal, V. et al. (2015)	Ozorhon, B. et al. (2015)	Ram, J. et al. (2014)	Shvaatava, S. et al. (2014)	Beheshti, H. et al. (2014)	Shaul, L. et al. (2013)	Purna S. et al. (2012)	Nikrović, M. (2012)	Nour, M. et al. (2011)	Hanafizadeh, P. (2010)	Françoise, O. et al. (2009)	Sternad, S. et al. (2009)	Zhong, A. et al. (2009)	Seng W. et al. (2007)	Finney et al. (2007)						
FCS's	Qtde	AUTORES																																			
1	APOIO DA ALTA DIREÇÃO	27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
2	GESTÃO PROJETO E EQUIPE	25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
3	GESTÃO DE MUDANÇA E CULTURA	25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
4	PLANEJAMENTO E ESTRATÉGIA	24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
5	EDUCAÇÃO E TREINAMENTO USUÁRIOS	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
6	GER. DO PROJETO - CAMPEÃO	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
7	GESTÃO DE COMUNICAÇÃO	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
8	GESTÃO DE PROCESSOS - BPM / BPR	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
9	ENVOLVIMENTO DOS USUÁRIOS	19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
10	O SISTEMA ERP - SELEÇÃO E QUALIDADE	19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
11	SUORTE E APOIO FORN. DO ERP	18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
12	TI - INFRAESTRUTURA E PESSOAL	17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
13	GESTÃO DOS DADOS E VALIDAÇÕES	17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
14	DESEMPENHO/ METRICAS/QUALIDADE	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
15	GESTÃO DOS CUSTOS E PRAZOS	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
16	APOIO DE CONSULTORIA	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
17	CONFIGURAÇÃO, CUSTOMIZAÇÃO	13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
18	REQUISITOS FUNCIONAIS DO ERP	13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
19	GESTÃO DE CONHECIMENTOS - KM	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	SISTEMAS LEGADOS E INTEGRAÇÕES	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
21	DESENVOLVIMENTO DE CUSTOMIZAÇÕES	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22	CLIMA ORGANIZACIONAL	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23	GESTÃO PÓS-IMPLANTAÇÃO	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24	GESTÃO DE RISCOS	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Figura 11 – Fatores Críticos de Sucessos por Autor agrupados por semelhança.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O Quadro 9 apresenta-se os 24 FCS na ordem dos mais citados pelos 30 autores pesquisados e detalhes sobre cada fator destacado.

Quadro 9 – 24 FCS: quantidade de autores citados e detalhes

FCS	Detalhes	Qtde Autores Citados
Apoio da alta direção	Todos os funcionários da organização reforçam o compromisso do apoio da alta gerência, o que é crucial para a implementação do sistema ERP, especialmente nos estágios iniciais do projeto de implementação (BINGI <i>et al.</i> , 1999). Ainda de acordo com HUANG <i>et al.</i> (2004) a falta de comprometimento da gerência sênior com o projeto é um dos principais motivos de insucesso na implementação de sistema ERP. O suporte de gerenciamento superior é um dos fatores críticos mais importantes.	27
Gestão de projeto e equipe	O sucesso nos projetos de implantação de ERP depende muito da composição da equipe do projeto. Os funcionários com os melhores conhecimentos técnicos nem sempre são os membros da equipe mais adequados para esses projetos (GHOSH, 2002). Os membros da equipe devem ser capazes de pensar orientado ao projeto e deve estar pronto para mostrar comprometimento. FRANÇOISE <i>et al.</i> (2009) propõem selecionar diferentes membros da equipe para a fase de concepção e a fase de	25

	realização para beneficiar dos pontos fortes pessoais dos funcionários. A gestão do projeto durante a implementação do sistema ERP deve consistir em proprietários de processos delegados, um campeão do projeto e consultores que atuam como facilitadores usando o conhecimento dos membros da equipe do projeto (SUMNER, 2000).	
Gestão de mudanças, crises e cultura	O gerenciamento de mudanças organizacionais argumenta que uma organização deve estar preparada para a mudança e oportunidades inerentes à implementação do sistema ERP (ALOINI <i>et al.</i> , 2007; DEZDAR <i>et al.</i> , 2009; SINGLA e GOYAL, 2006). LOH e KOH (2004) descrevem o gerenciamento de mudanças como uma necessidade em todo o processo.	25
Planejamento e estratégia	A estratégia é necessária logo que o projeto seja iniciado e será encaminhado para constantemente até completar seu escopo de implementação (NAH <i>et al.</i> , 2001). A estratégia é seu plano inicial (GARG e CHAUHAN, 2005). Um plano de negócios bem definido e a visão são elementos vitais para orientar a direção do projeto e deve delinear os objetivos estratégicos, seus benefícios, recursos, custos, riscos e um cronograma (NAH <i>et al.</i> , 2003;).	24
Educação e treinamento de usuários	A implementação de um grande projeto de ERP, pode trazer uma tecnologia inteiramente nova e uma nova infraestrutura para uma organização. A antiga infraestrutura de TI será substituída pelos novos sistemas e processos do ERP. A mudança na infraestrutura causará uma mudança em cultura também. Em muitos casos, uma implementação de ERP irá dividir a atual estrutura hierárquica e recriá-la ao longo das linhas do negócio recém-criados e, muitas vezes, muda a forma como os funcionários são utilizados para realizar o seu trabalho diário (EL AMRANI <i>et al.</i> , 2006). EL AMRANI <i>et al.</i> (2006) apontam que tais mudanças podem levar uma quantidade substancial de esforço, tempo e dinheiro antes que os benefícios dos sistemas sejam realizados. O treinamento dos funcionários técnicos e o treinamento em negócios futuros são os mais substanciais fatores. A importância do desenvolvimento de um programa claro de treinamento será mais importante a longo prazo.	23
Gerenciamento do Projeto Campeão	ALOINI <i>et al.</i> , (2007) recomendam que toda a equipe do projeto possua um bom <i>know-how</i> de gerenciamento de projetos (DEZDAR <i>et al.</i> , 2009; SINGLA e GOYAL, 2006). O campeão do projeto é essencial para a implementação. Através de seu investimento e persuasão, o campeão facilita a motivação da equipe e ajuda a criar entusiasmo e convergência em objetivos comuns. Mas nem sempre é claro como reunir todos em torno do campeão, dado o tamanho desses projetos tendem a ser (SICOTTE e LANGLEY, 2000). SOMERS e NELSON (2001) indicam que o campeão deve estar atento às questões tecnológicas e estratégicas do projeto. Além do que, liderar o projeto e dar-lhe uma visão e um objetivo, o líder também deve permanecer, abrir e entender os problemas dos membros da equipe, esse processo será mais fácil se o campeão for aceito pelos trabalhadores (WANG <i>et al.</i> , 2006).	22
Gestão de comunicação	FRANÇOISE <i>et al.</i> (2009) destacam a necessidade de uma comunicação eficaz e permanente, isso afeta diretamente o sucesso de uma implantação de um sistema ERP. A comunicação na equipe vai além da transmissão das informações e afeta áreas como: resolução de conflitos, definição de objetivos e papéis. Uma comunicação eficaz durante a implementação de um sistema ERP é fundamental para o sucesso de todo o projeto,	22

	o que significa que as promoções da equipe do projeto, a importância do projeto e as expectativas da gerência precisam ser comunicadas em todos os níveis organizacionais (SUMNER, 2000). Além disso, a entrada do usuário deve ser gerenciada na aquisição de seus requisitos, comentários, reações e aprovação (ROSARIO, 2000). A certificação pode tornar a implementação do ERP mais bem-sucedida (DEZDAR e AININ 2011), no mesmo tempo, a comunicação deficiente pode ser considerada como um dos fatores de falha no ERP pós implementação (GARG e CHAUHAN, 2015).	
Gestão de processos	De acordo com RAJAGOPAL (2002), os projetos ERP empurram organizações para revisar seus processos de negócios e explorar novas maneiras de fazer as coisas, relativamente as melhores práticas incorporadas no sistema. Ao longo do gerenciamento de processos de negócios (BPM), os processos devem ser revisados, usando ferramentas apropriadas. Quanto mais aprofundada esta revisão, melhor será o resultado do BPM. De acordo com KUMAR <i>et al.</i> (2002), BPM geralmente leva a atrasos na implementação do ERP. Embora GARGEYA e BRADY (2005) observem que alguns casos, a otimização sempre necessária para atender às necessidades individuais, a minimização do código e adaptações do ERP. A reengenharia dos processos também resulta em uma mudança da cultura corporativa e é necessário um processo de personalização e limpeza de processos com a finalidade de obter uma abordagem equilibrada de fornecedor-implementador (GARGEYA e BRADY, 2005).	22
Envolvimento dos usuários	Os usuários finais devem estar envolvidos no projeto, do início ao fim, tão crucial como o envolvimento da alta administração em um projeto ERP (GHOSH, 2002). A falta do envolvimento e participação de um usuário utilizador é um dos FCS mais citados (ESTEVES <i>et al.</i> , 2001). Além disso, garante que os requisitos dos usuários serão respeitados e assim, o sistema será de melhor qualidade, mais fácil de usar e menos propensos a provocar resistência (ESTEVES <i>et al.</i> , 2001). GARGEYA e BRADY, (2005) e DOWLATSHAHI (2005) afirmam que um uso eficaz e correto do sistema só pode ser garantido com treinamento suficiente para os funcionários e que esse treinamento é o elemento mais importante na implementação bem-sucedida do sistema ERP. As organizações precisam investir com treinamento e educação sessões de várias formas (LOH e KOH, 2004).	19
O sistema ERP seleção e qualidade	A seleção do ERP para atender às necessidades e demandas da organização deve ser feita de maneira perspicaz (SOMERS e NELSON, 2004). Durante a transição para um sistema ERP, pode haver problemas na precisão e na validade dos dados (SOMERS e NELSON, 2004; ABDINNOUR <i>et al.</i> , 2011). Isso pode afetar o desempenho do sistema e, portanto, pode haver um atraso indesejado na implementação do ERP. O teste do pacote ERP pode identificar os erros de <i>software</i> e eles podem ser removidos para uma integração perfeita (BAJWA <i>et al.</i> , 2004).	19
O sistema ERP seleção e qualidade	O teste do pacote ERP pode identificar os erros de <i>software</i> e eles podem ser removidos para uma integração perfeita (BAJWA <i>et al.</i> , 2004). A seleção do ERP para atender às necessidades e demandas da organização deve ser feita de maneira perspicaz (Somers e Nelson, 2004). MCGINNIS e HUANG (2007) identifica o desenvolvimento contínuo do sistema como o fator final de	19

	sucesso do sistema ERP implementado.	
Suporte e Apoio de Fornecedores ERP	O Suporte ao projeto na forma de suporte técnico, assistência, manutenção, atualizações e treinamento do usuário são cruciais durante a implementação do sistema ERP quando houver falta de habilidades técnicas e transformacionais de ERP internamente (SUMNER, 2000). O resultado da implementação do projeto está positivamente conectado ao ajuste adequado e compatibilidade com o fornecedor do <i>software</i> (Akkermans e van Helden, 2002). Suporte ao fornecedor e envolvimento da organização de cooperação e tempo de resposta do fornecedor: durante a vida do ERP precisa do suporte final do fornecedor, na forma de estabilizar problemas iniciais (De Souza, 2005). Isso inclui assistência técnica estendida, manutenção de emergência, atualizações e treinamento especial do usuário, durante a pós-implementação estágios (Somers e Nelson, 2004).	18
TI – Infraestrutura e pessoal	Opções de arquitetura / infraestrutura de TI: operações centralizadas versus operações descentralizadas. Único <i>site</i> ou vários. Várias opções de integração de informações Middleware Technologies EAI (SOA; XML). O clássico A literatura enfatiza as escolhas estratégicas de arquitetura como fundamentais para o sucesso do ERP (AL-MASHARI, 2003) (Somers e Nelson, 2004).	17
Gestão de dados e validações	Corrigindo erros de dados após o sistema a implementação obviamente leva a custos operacionais mais elevados e, portanto, reduz e limita a vantagem competitiva na medida em que pode prejudicar as iniciativas estratégicas e capacidade de resposta aos clientes (XU <i>et al.</i> , 2002). Qualidade das informações em tempo real e MDM: precisão dos dados - pontualidade, análise e conversão; mestre Gerenciamento de dados (MDM): um pré-requisito vital para a produtividade de qualquer setor é a eficiência e eficácia dos dados mestre (AL-MASHARI, 2003).	17
Desempenhos Métricas Qualidade	Acreditamos que as medições de desempenho devem ser identificadas para gerenciar expectativas, manter e controlar todas as ocorrências e medir as realizações em relação aos marcos e metas (DEZDAR <i>et al.</i> , 2009; WANG <i>et al.</i> , 2008). Essa descoberta também indica que os usuários concordam com JOSHI e LAUER (1998), quem argumentou que os usuários pensam que a medição do desempenho é importante, pois esperam que os benefícios sejam compartilhados quando participa durante a implementação do sistema de informação.	16
Gestão de custos e Prazos	O orçamento do projeto desempenha um papel vital na seleção do fornecedor de nuvem e no tipo de serviços de ERP exigidos pela organização (HASIBUAN e DANTES, 2012; RAM e CORKINDALE, 2013). Pode haver situações imprevistas durante a implementação do ERP, que pode aumentar o custo total e, portanto, é prudente ter uma política orçamentária flexível (HOLLAND e LIGHT, 1999).	15
Apoio de consultoria	As virtudes e utilização ideal dos consultores durante vários estágios do projeto, participação de consultores externos para o projeto ideal, gestão dentro do tempo e orçamento. Esses consultores possuem o conhecimento e a experiência dos aplicativos de <i>software</i> (TCHOKOGUE e BAREIL <i>et al.</i> , 2005)	14
Configuração e customização	Personalização mínima, o que significa que os usuários concordam com as afirmações feitas de uma perspectiva genérica na literatura. Assim, os usuários entender a importância de departamentos terem o mesmo acesso aos mesmos dados e Sistema ERP, e que o sistema ERP escolhido não deve ser	13

	reorganizado. (SAINI et al, 2013; ZIEMBA e OBLAK, 2013)	
Requisitos funcionais do ERP	De acordo com GARGEYA e BRADY (2005), testes adequados do sistema ERP são cruciais e existem três abordagens para implantação do sistema, a saber, o big bang, a abordagem gradual e a faseada. Não testar o sistema adequadamente pode resultar em problemas de entrega e estoque, que custam as organizações financeiramente mais a longo prazo (DAVENPORT, 2000; ROSARIO, 2000). LOH e KOH (2004) também destaca que uma migração e limpeza adequadas dos dados ajudam a implementação bem sucedida.	3
Gestão do Conhecimento KM	A teoria baseada na organização considera o conhecimento como único, o recurso mais estrategicamente significativo, concentrando-se em conhecimento (GRANT, 1996). Tornou-se um muito importante conceito no mundo dos negócios na última década. Conhecimento é vantagem adquirida com o processo de aprendizado teórico e estudo sistemático.	10
Sistemas legados e demais integrações	ERP manteve-se estável à medida que as empresas continuaram seus esforços para implantar amplamente aplicativos principais e depois adicionaram complementos. Funcionalidades em fases posteriores a maior área de crescimento para a maioria dos fornecedores de ERP foi de funcionalidades complementares como CRM, eSCM (JACOBSON et al., 2007).	9
Desenvolvimento de Customizações	Personalização suave para implementação rápida de ERP: a literatura apoia para melhorar o ajuste da funcionalidade do <i>software</i> de acordo com as necessidades da organização; uma organização. Deve reorganizar os processos de negócios para ajustar-se ao <i>software</i> , em vez de tentar modificá-lo para se adequar aos processos de negócios atuais da organização. (YUSUF, GUNASEKARAN e ABTHORPE, 2004). As principais mudanças na lógica do <i>software</i> pela personalização podem não garantir a instalação de futuras atualizações do fornecedor (NGAI et al., 2008).	8
Clima organizacional	Foi reconhecido que fatores humanos e culturais são muitas vezes críticos em a fase de implementação (BOTTA-GENOULAZ et al., 2005). Estudos nesta perspectiva em organizações envolvidas em seus contextos sociais, tais como distância de poder, incerteza evasão, individualismo / coletivismo, masculinidade / feminilidade, etc. (HUANG et al., 2004).	6
Gestão Pós-Implantação	OSNES et al., (2018) identificaram que uma implementação eficaz é necessária uma estratégia para permitir o sucesso contínuo e abordar questões do ERP pós-implantação. Investigações adicionais devem ser conduzidas para revelar insights sobre a fase de pós-implantação. ALI e MILLER, (2017) também reconheceu essa lacuna de pesquisa com um requisito para mais exames sobre fatores críticos de sucesso da pós-implantação do ERP.	5
Gestão de riscos	A gestão de riscos é um elemento-chave da responsabilidade dos profissionais e requer constante gerenciamento durante todo o ciclo de vida do projeto (HAKIM e HAKIM, 2010).	4

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.2 FASE 2 - R.S.L. DA PERSPECTIVA PROJETADA

4.2.1 BUSCA ESPECÍFICA DOS FCS PROJETADA

A RSL com uma perspectiva projetada utilizou as seguintes bases de dados: “*Scopus*” e “*Web of Science*”. Acessando artigos publicados utilizando as palavras-chave “*Enterprise Resource Planning*”, “*Critical Success Factors*” e “*Industry 4.0*” resultando inicialmente em 348 artigos. Filtrando categorias de publicação, idioma inglês e revisado por pares, foram encontrados 346 artigos.

Por se tratar de assunto relevante e atual, foi refinada a pesquisa com data de publicação entre os anos 2015 até março de 2020 resultando em 186 artigos. Esse período selecionado foi uma tentativa de buscar o estado da arte dos últimos 5 anos de publicações neste tema. Aplicando o filtro para as bases escolhidas, encontrou-se na base “*Scopus*” 150 artigos e na base “*Web of Science*” 2, resultando em 152 artigos.

Durante a pesquisa houve a necessidade de se obter uma compreensão maior sobre a Indústria 4.0 e seus fatores críticos de sucesso na sua implantação. Várias bases de dados (por exemplo, *EBSCO*, *ScienceDirect*, *SpringerLink* e *Google Scholar*) foram pesquisadas usando os seguintes termos e combinações: “*Industry 4.0*”, “*digitization*”, “*Internet of things and services*”, “*cyber-physical systems*”, “*corporate systems and business information systems*”. Desta maneira foram selecionados de forma não estruturada da revisão da literatura, 56 artigos de diversas fontes. O total de artigos selecionados foram 208 artigos que tratavam de FCS, ERP e INDÚSTRIA 4.0. Não foram encontradas pesquisas que respondessem à questão publicada nesta pesquisa: FCS para implantação do ERP no contexto da Indústria 4.0. A figura 12 apresenta as fases do refinamento da pesquisa.

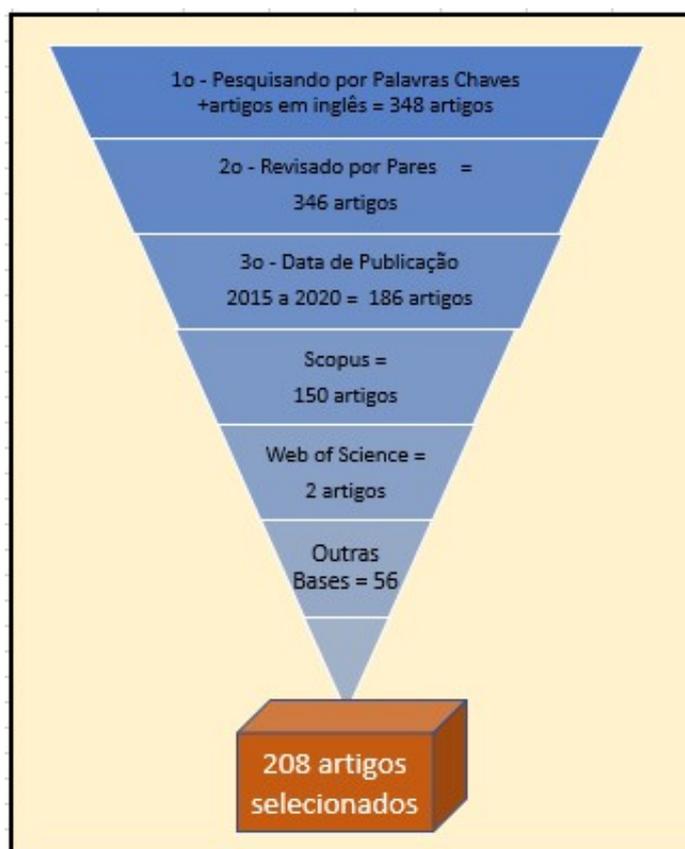


Figura 12 - Funil das etapas de Pesquisa FCS ERP Projetada
Fonte: Preparado pelos autores

A partir dos 208 artigos selecionados um novo resultado foi encontrado após análise dos títulos de cada artigo no qual resultou em 152 artigos que continham em seus títulos os FCS, Sistemas ERP e INDÚSTRIA 4.0.

Identificou-se ainda, pela leitura dos resumos, que dos 152 artigos, 104 estavam fora do objetivo da pesquisa e da RSL. Os 48 artigos restantes passaram por um novo filtro e 16 artigos foram retirados, porque estavam dirigidos a setores específicos ou temas menores que o proposto. Os 32 artigos escolhidos apresentavam um alinhamento com o objetivo desta RSL e foram selecionados com a finalidade de responder à questão de pesquisa dessa dissertação. Após selecionados os artigos podem-se destacar 3 cenários, sendo: 1º. O mapeamento dos primeiros cenários possíveis da integração dos sistemas ERP com a Indústria 4.0; 2º. Identifica-se um ambiente necessário e os componentes tecnológicos funcionais da Indústria 4.0 prontos para troca de informações com o ERP, e 3º. A partir destes estudos apresenta-se uma lista

com 20 fatores críticos de sucesso projetada frente as inovações e interações com a Indústria 4.0. Na Figura 13 demonstra as etapas do refinamento.

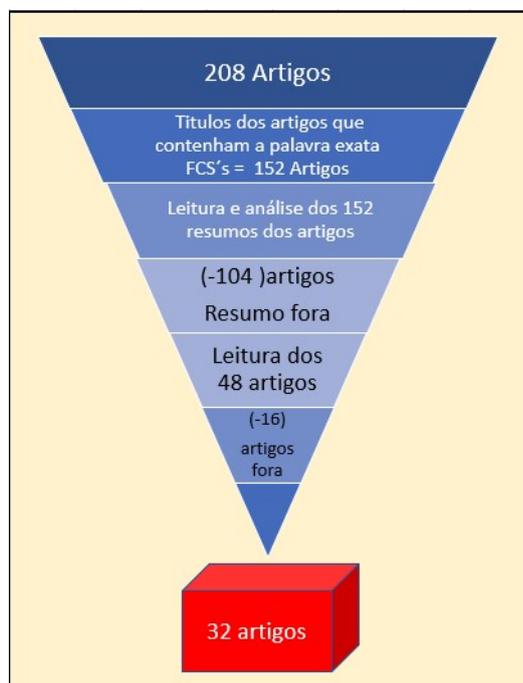


Figura 13 – Funil da pesquisa FCS num contexto IND 4.0
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Concluída a fase exploratória com a aplicação de filtros e análise de resumo dos artigos, buscou-se estudar, cada um dos 32 artigos selecionados, aplicando uma classificação inicial privilegiando o título do artigo, a lista dos FCS, o ano da publicação e número de citações são apresentados no Quadro 10

Quadro 10– Título, autores e citações dos 32 artigos analisados

	Título	Autores	Nr. citações
1	The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?	FREY e OSBORNE (2017)	7.671
2	A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems	LEE <i>et al.</i> (2015)	3.231
3	How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an Industry 4.0 perspective	BRETTEL <i>et al.</i> , (2014)	1.590
4	Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries	RÜßMANN <i>et. al.</i> (2015)	1.477
5	Industry 4.0: The Industrial <i>Internet</i> of Things	GILCHRIST (2016)	759
6	Industry 4.0 Concept: background and Overview	ROJKO (2017)	515
7	Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet	POSADA <i>et. al.</i> (2015)	503
8	Securing the future of German manufacturing industry: recommendations for implementing the strategic initiative	KAGERMANN (2013)	447

	INDUSTRIE 4.0		
9	<i>Big Data</i> and Virtualization for Manufacturing Cyber-Physical Systems: A Survey of the Current Status and Future Outlook.	BABICEANU (2016)	350
10	When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors	DE SOUSA <i>et al.</i> (2018)	271
11	Managing a <i>big data</i> project: The case of Ramco cements limited	DUTTA <i>et al.</i> (2015)	217
12	Management approaches for Industry 4.0: a human resource management perspective	Shamim <i>et al.</i> (2016)	180
13	Industrie 4.0-Readiness	LICHTBLAU <i>et al.</i> (2015)	177
14	Industrie 4.0: The Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)	HANKEL, <i>et al.</i> (2015)	165
15	Cloud security engineering: Early stages of SDLC	ALJAWARNEH <i>et al.</i> (2017)	126
16	A Step-by-step Performance Assessment and Improvement Method for Erp Implementation: Action case Studies in Chinese Companies.	SUN <i>et al.</i> (2015)	106
17	Industry 4.0 and Lean Management: A Proposed Integration Model and Research Propositions.	SONY, (2018)	98
18	A study on the adoption of IoT smart home service: using value-based adoption model	KIM <i>et al.</i> , (2017);	93
19	Part dataintegration in the shop floor digital twin: mobile and cloud technologies to enable amanufacturing execution system	CORONADO <i>et al.</i> (2018)	88
20	Key Ingredients for Evaluating Industry 4.0 Readiness for Organizations: A Literature Review	SONY e NAIK. (2019a)	73
21	Cyber-physical systems alter automation architectures	RIEDL <i>et al.</i> (2014)	72
22	The benefits of enterprise resource planning (ERP) system implementation in dry food packaging industry.	SADRZADEHRAFIEI (2013)	65
23	Business excellence via advanced manufacturing technology and lean-agile manufacturing	GHOBAKHLOO <i>et al.</i> (2018)	61
24	Analysis of the Cyber-Security of industry 4.0 technologies based on RAMI 4.0 and identification of requirements	FLATT <i>et al.</i> (2016)	56
25	Determinants of RFID adoption intention by SMEs: An empirical investigation	FOSSO WAMBA (2016)	44
26	A knowledge discovery in databases approach for industrial microgrid planning	GAMARRA <i>et al.</i> (2016)	36
27	Towards an internet of things based architectural framework for defence	RAY, (2016)	32
28	Customer logistic service in the automotive industry with the use of the SAP ERP system	LORENC e SZKODA (2015)	19
29	Impact of data-drivendecision-making in Lean Six Sigma: an empirical analysis	REJIKUMAR <i>et al.</i> (2018)	18
30	Towards a smart services enabling information architecture for installed base management in manufacturing.	DREYER (2017)	16
31	Identifying the role of ERP in enhancing operational efficiency and supply chain mobility in aircraft manufacturing industry	SHARMA (2014)	5
32	The Truth About Blockchain	IANSITI <i>et al.</i> (2017)	n/d

A seguir no Quadro 11 apresenta-se uma lista dos 32 autores pesquisados. Os FCS projetados na ordem dos mais citados e sua contribuição está mencionada no campo detalhes do Quadro 11.

Quadro 11 – FCS projetada quantidade de citações de autores e detalhes

FCS Projetada	Detalhes	Cita dos
Digitalize a organização	A Digitalização da organização é o percentual dos ativos industriais equipados com sensores, que detectam os parâmetros de relevância dentro da organização (LICHTBLAU <i>et al.</i> , 2015). A plataforma fundamental para o sucesso é a revolução nas tecnologias que consistem em Sistemas Físico-cibernéticos (CPS), <i>Internet</i> das Coisas (IoT) e <i>Internet</i> dos Serviços (IoS), sendo flexível e inteligente, interconectando máquinas que permitem fabricar produtos customizados (LASI <i>et al.</i> , 2014). Os aplicativos Mobile podem usar dados ERP para transmitir as mensagens não apenas para o gerente, mas também para as máquinas executando em trajés de fabricação para executar as operações esperadas (SADRZADEHRAFIEI, 2013). O CPS é um sistema interconectado, que é monitorado ou gerenciado pelo sistema de informações. No CPS, os objetos digitais e físicos estão interconectados, eles interagem entre si e levam decisões descentralizadas (JAZDI, 2014; RIEDL <i>et al.</i> , 2014). O CPS requer três camadas: a) dispositivos conectados; b) dados armazenados na nuvem em uma infraestrutura de rede; c) sistema ERP ou sistema de informação (JING <i>et al.</i> , 2017). Sistema ERP é o sistema inteligente que ajuda as pessoas virtualmente e permite que os usuários tenham interações em tempo real entre produtos, serviços e dispositivos conectados (SUN <i>et al.</i> , 2015).	4
Gerenciamento de segurança cibernética	A Indústria 4.0 designa a rede digital de pessoas, produtos e máquinas, além do estreitamente relacionado de processamento inteligente de dados, serviços de valor agregado digital e processos de negócios. Para desenvolver a padronização, algumas das arquiteturas como (1) Modelo de Arquitetura de Referência Indústria 4.0 (RAMI 4.0) e Industrial Arquitetura de Referência da <i>Internet</i> (IIRA) foram desenvolvidas para o sucesso da Indústria 4.0 em uma organização. Será sustentável se a ciber-segurança estiver incorporada na fase inicial de sua implementação (HANKEL, 2015; FLATT <i>et al.</i> , 2016; ALJAWARNEH, 2017). O conceito de <i>Blockchain</i> como uma tecnologia fundamental para apoiar a implementação de uma moeda digital, ou seja, bitcoin (NAKAMOTO, 2019), tem a vantagem de alta segurança, irreversibilidade, distributividade, transparência e precisão (IANSITI e LAKHANI, 2017).	4
Recursos IoT bem conectados ao ERP	IoT inclui "coisas" e "objetos" como sensores de identificação por radiofrequência (RFID) que enviarão informações de armazenamento, processamento e análise, com <i>smartphones</i> que interagem entre si e cooperam com o smart componentes (DAVIS, 2014). IoT e a IoS como partes do processo de fabricação que iniciou a quarta Indústria revolução (KAGERMANN, 2015). A IoT permite o monitoramento de todos os processos de fabricação, processos com manutenção, qualidade da produção, e otimização do gerenciamento de energia. O objetivo da fábrica inteligente é conectar todos os dispositivos inteligentes com maior decisão <i>making</i> (DUTTA <i>et al.</i> , 2015). Essa conectividade do dispositivo ao	4

	nível de tomada de decisão das organizações envolve conectar dispositivos inteligentes de fábrica a sistemas de execução de manufatura (MES), gerenciamento de energia (EMS) e sistemas ERP (GAMARRA <i>et al.</i> , 2016). Indica que a pilha da nuvem da IoT é subdividida em quatro partes, como: a) infraestrutura, b) aplicativos de negócios, c) serviços de negócios, e d) processos de negócios. (RAY, 2016).	
Gerenciamento de dados e informações de forma analítica	A Indústria 4.0 pode se beneficiar de <i>BI&A</i> , principalmente <i>BI&A</i> operacional que explora a grande quantidade de dados de produção (HÄNEL e FELDEN 2013) e análise de <i>big data</i> , que podem melhorar o processo e o desempenho da empresa (FOSSO WAMBA <i>et al.</i> , 2016). ERP maduros e larga experiência deverão conter em seus aplicativos de integração a leitura, processamento e liberação de dados em conexão a outros dispositivos inteligentes. O ponto de encontro do sistema ERP com a Indústria 4.0 passa principalmente pelos novos modelos do <i>big data</i> (BABICEANU e SEKER, 2016). Um ERP inteligente juntamente com procedimentos de mineração de dados, permitiria modelos digitais duplos que fornecem uma representação do comportamento passado e atual de um único objeto até a totalidade de um sistema de manufatura, o recurso que pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de fábrica inteligente (CORONADO <i>et al.</i> , 2018).	3
Capacidade em tempo real	A Indústria 4.0 está focada em centralizar tudo em tempo real, portanto, a coleta de dados e o monitoramento dos vários processos são alcançados em tempo real (LEE <i>et al.</i> , 2015). Dados em tempo real podem ser analisados (REJIKUMAR <i>et al.</i> , 2018). As informações podem ser agregadas e otimizadas centralmente para qualquer tamanho de lote. Os clientes podem acompanhar o status de seus pedidos <i>on-line</i> e receber as informações necessárias sem demora (SADRZADEHRAFIEI, 2013).	3
Orientação de serviço na nuvem	As administrações interna e externa são requeridas pelos processamentos das fábricas, razão pela qual a administração da <i>internet</i> virou um segmento indispensável da Indústria 4.0 (KIM <i>et al.</i> , 2017). Processo de integração paralelizável, planejamento, coordenação, controle dos fluxos logísticos envolvidos no fluxo materiais (SCM), finanças (ERP) e informações em todo o suprimento corrente alinhados a novas tecnologias de troca de informações nas nuvens (SHARMA, 2014; LORENC, 2015).	3
Apoio da Alta direção as iniciativas da Indústria 4.0 e ERP.	O suporte da alta gerência é essencial para o sucesso de qualquer iniciativa O sucesso da Indústria 4.0 também depende muito do comprometimento e suporte da alta gerência. Para a Indústria 4.0, o apoio da alta gerência é tanto financeiro quanto a política dentro da organização. A alta administração deve ter uma expectativa realista de Indústria 4.0 e para que isso aconteça a alta gerência deve ter um entendimento razoável da Indústria 4.0 (YOUNG e JORDAN, 2008; SONY, 2018; SONY e NAIK, 2019 ^a).	3
Alinhar a Indústria 4.0 e ERP com a estratégia organizacional	A Indústria 4.0 não começa e termina com a fabricação ou cadeia de suprimentos, em vez disso, abrange todos os aspectos da organização, setor ou sociedade. O primeiro fator é a gestão estratégica da Indústria 4.0 com estratégia organizacional (BRETTEL <i>et al.</i> , 2014). Por meio de uma operação estratégica eficaz do sistema ERP, poderia ser fácil e o acesso às informações de fornecedores, clientes e outros parceiros poderiam ser possíveis para garantir a eficiência das operações <i>on-line</i> (SADRZADEHRAFIEI, 2013).	2
RH fator importante	A implementação da Indústria 4.0 cria um ambiente de trabalho desafiador para os trabalhadores. O trabalho tradicional que era	2

para o sucesso da Indústria 4.0 e ERP	realizado pelos funcionários agora será feito pelo CPS (sistema Físico-cibernéticos). O requisito de habilidade do funcionário polarizados em direção a habilidades de ordem superior, pois a maioria das habilidades de ordem inferior agora serão realizadas pelo CPS (SONY e NAIK, 2019 ^a). A implementação do CPS exigirá um significativo conhecimento técnico, criando uma demanda por emprego com habilidades técnicas específicas que serão cruciais para o sucesso da Indústria 4.0 (FREY e OSBORNE, 2017).	
Faça seus produtos ou serviços inteligentes	Para fabricar produtos e serviços em uma fábrica inteligente sob a Indústria 4.0, o produto ou serviço deve interagir com os sistemas automatizados, flexíveis, eficientes e auto processos de produção regulados. Os produtos inteligentes usam os avançados sistemas CPS para coletar, processar, fabricar produtos de forma automatizada e de maneira auto regulada (LICHTBLAU <i>et al.</i> , 2015). O ERP pode facilitar a vida útil para gerar uma capacidade de projeto dentro da estrutura de produção (SADRZADEHRAFIEI, 2013).	2
Faça esforços para digitalizar a cadeia de suprimentos	Indústria 4.0 traz uma era em que toda a cadeia de suprimentos será digitalizada na organização levando a uma revolução no fornecimento. Gerenciamento de cadeias de suprimentos intensa na concorrência global e custos levaram os fornecedores criar redes integradas para sobreviver no mercado (BRETTEL <i>et al.</i> , 2014). Os sistemas ERP podem fornecer transparência nas vendas e compras via regras de negócios automatizadas (SADRZADEHRAFIEI, 2013).	2
Gerenciamento de mudanças	A implementação da Indústria 4.0 em uma organização, mudam profundamente as estruturas da mesma devido à verticalização das atividades, integração horizontal e de ponta a ponta, portanto, essas mudanças podem ser denominadas como mudança radical (DE SOUSA <i>et al.</i> , 2018; SONY, 2018).	2
Gerenciamento de projetos	A implementação da Indústria 4.0 será uma série de projetos bem planejado e programado estrategicamente para o seu sucesso. O gerenciamento bem-sucedido do projeto será um aspecto importante do sucesso da Indústria 4.0. Assim os conceitos de gerenciamento de projetos devem ser aplicados criticamente para o seu sucesso (ROJKO, 2017; SHAMIM <i>et al.</i> , 2016).	2
Modularidade e personalização	A modularidade envolve todos os níveis de produção e fabricação e se baseia em uma cadeia de suprimentos ágil, sistemas flexíveis de fluxo de material, procedimentos modulares de tomada de decisão e processos flexíveis (GHOBAKHLOO e AZAR, 2018). A utilização ideal de recursos pode ser possível, mesmo sob descrições de trabalho variadas (SADRZADEHRAFIEI, 2013).	2
Componentes IND40 ligados aos sistemas ERP	A Indústria 4.0 depende da integração horizontal para conectar todas as funções e dados em toda a cadeia de valor no escopo global. Essa integração entre parceiros de negócios e clientes facilita o estabelecimento e a manutenção de redes que criam e agregar valor (RÜBMANN <i>et al.</i> , 2015). Avançar em direção à Indústria 4.0 requer a integração vertical de camada sobre camada de sistemas e tecnologias, alguns datam de várias décadas (POSADA <i>et al.</i> , 2015).	2
Plataformas de capacitação de aplicativos e Infraestrutura	As plataformas de capacitação de aplicativos da IoT (AEP) devem suportar soluções acessíveis, transferindo facilmente os dados do sensor para a nuvem. As características são a facilidade e flexibilidade de implantação, escalabilidade, interfaces de usuário amigáveis ao desenvolvedor e arquiteturas de sistemas. Recursos e infraestrutura essenciais para ativar a conectividade na nuvem são, entre outros: a) Recursos: segurança de rede, protocolos de rede, desempenho responsivo, confiabilidade, resiliência e escalabilidade. b) Infraestrutura: componentes de rede como switches,	2

	<p>servidores, dispositivos de armazenamento, roteadores, virtualização, técnicas de instalação, sistema operacional e outros elementos incluído, enquanto o <i>middleware</i> e o conteúdo não estruturado são colocados sobre o banco de dados distribuído (AYLA NETWORKS, 2015).</p> <p>O próximo nível mais alto de abstração é a camada dos aplicativos de negócios que fornece os serviços baseados em APP Modular (Java aplicativo composto / processo baseado em pacotes), pacotes (CRM, ERP, HCM, etc.) e aplicativos dedicados de suporte comercial (BI, BPM, BAM, etc.) passam por aqui (RAY, 2016).</p>	
Interoperabilidade entre os sistemas	<p>No contexto da Indústria 4.0, a interoperabilidade é a capacidade de todos os componentes, como recursos humanos, produtos inteligentes, fábricas inteligentes e quaisquer tecnologias relevantes para conectar, comunicar e operar juntos via IIoT, IoS, IoP e WoT. As fábricas Inteligente como o coração da Indústria 4.0 não podem trabalhar de forma independente e rede vertical de fábricas inteligentes, produção inteligentes é de fato uma necessidade (GILCHRIST, 2016).</p>	1
Virtualização da fábrica inteligente	<p>Os fornecedores que seguem a Indústria 4.0 farão uso da fabricação de um “gêmeo virtual” na instalação Industrial, que melhorará os procedimentos dos itens atuais e diminuir o avanço e demonstração de itens, um procedimento de criação e dessa maneira, aumenta a oportunidade de se beneficiar das coisas novas (BRETTEL <i>et al.</i>, 2017).</p>	1
Descentralização Sistemas auto reguláveis	<p>A descentralização permite que diferentes componentes da fábrica inteligente trabalhem independentemente e tomar decisões de forma autônoma, de maneira a permanecer alinhadas com o caminho em direção ao único objetivo organizacional final (GILCHRIST, 2016).</p>	1
Melhor integração entre o CPS e demais sistemas ERP.	<p>De acordo com DREYER (2017) seguem algumas diretrizes sobre as integrações entre o CPS e demais sistemas (ERP, CRM, SCM):</p> <ol style="list-style-type: none"> Os dados da máquina são transmitidos no modelo de uma via de arquitetura unificada OPC (OPC UA). Este protocolo tem a vantagem de que os dados não são apenas transmitidos, mas também descritos semanticamente. Interfaces para os sistemas da empresa permitem a combinação de dados em tempo real com dados corporativos de sistemas como ERP e CRM. Os sistemas em uso atual podem ser alterados, ampliados ou agregados, por exemplo, demarcações entre ERP e MES podem ficar marcadas. Requer flexibilidade em relação às interfaces. A programação na forma de blocos funcionais pode fornecer a flexibilidade necessária. A prestação de serviços também requer interfaces ou interfaces de programação de aplicativos (API). Interfaces em toda a cadeia, da geração e coleta de dados à transmissão. A missão no <i>front-end</i> deve ser planejada e especificada, conectado à infraestrutura, o banco de dados, sistemas ERP e de gerenciamento de base instalada devem ser todos escaláveis (DREYER, 2017). 	1

Fonte: Preparado pelo autor

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Apresenta-se uma análise sobre o resultado das duas fases da pesquisa, os FCS para a implantação dos sistemas ERP atual e como estes FCS se comportam diante a Indústria 4.0.

5.1 Os 24 FCS DE ERP ATUAL

Numa análise inicial dos dados encontrados, pode-se agrupar os fatores em 3 blocos, sendo: a) Pessoas e Organizações, b) Ligados diretamente aos ERP e c) Infraestrutura de TI necessária. Dos 24 FCS Atual apresentados, 58% referem-se a pessoas e organização, 25% ao sistema ERP e 17% dos FCS estão ligados à infraestrutura de TI, conforme a Figura 15.

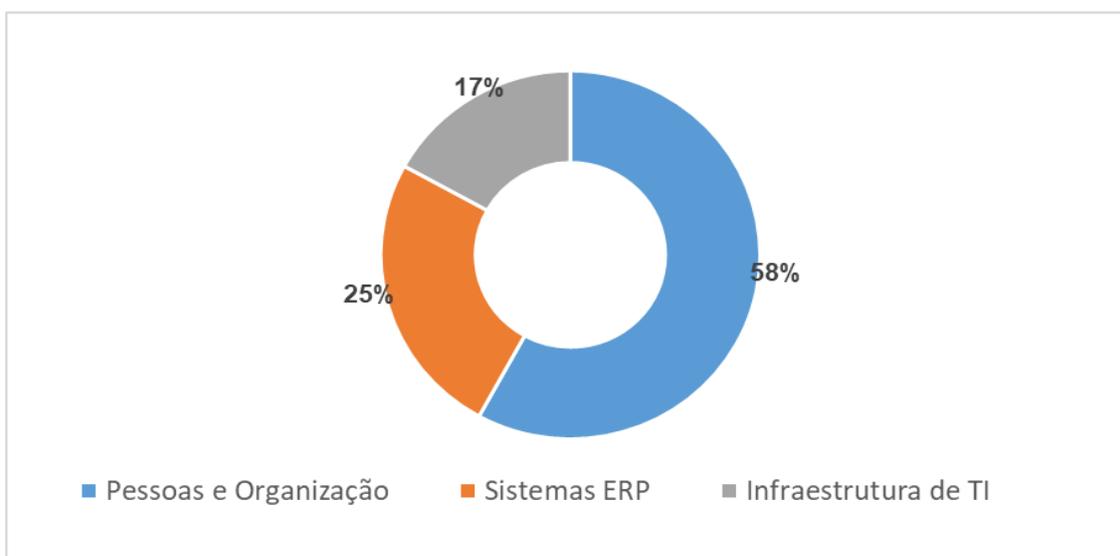


Figura 15 – Participação dos FCS em suas atuações ERP Atual
Fonte: Preparado pelos próprios autores

Destaca-se que os 5 FCS mais citados estão relacionados a pessoas, organizações e não em tecnologia ou o próprio desempenho do ERP.

O primeiro FCS que foi encontrado relacionado a pessoas é “O Apoio da Alta Direção”, destacado por HUANG *et al.* (2004) a falta de um comprometimento de uma diretoria e presidência da organização, acaba por ser um dos principais motivos para o fracasso de uma implementação, sendo necessário um forte envolvimento e acompanhamento no projeto.

Segundo FCS: Gestão de Projetos e Equipe é a constituição de um projeto e equipe com as melhores pessoas da organização. UMBLE (2003) menciona pessoas com habilidades, com realizações passadas, reputação e flexibilidade. SOMERS e NELSON (2001) descrevem que a gestão de projeto é mais importante nos estágios iniciais e que deve incluir na seleção, Gerentes Senior, Gerentes de negócios, tecnologia e comercial.

Terceiro FCS: Gestão de mudanças, crises e cultura, toda implantação de ERP provoca instabilidade nos colaboradores, LOH e KOH (2004) acentuam a necessidade do gerenciamento das mudanças em todo processo, além de reduzir a resistência organizacional.

Quarto FCS: Planejamento e estratégia, autores como NAH (2001) e GARGEYA e BRADY (2005) apresentam a estratégia e planejamento como um plano bem definido e a visão vital para a orientação e direção dos projetos. Rosário (2000) menciona o delineamento dos objetivos estratégicos com o projeto em curso, planejando recursos, custos, risco e cronograma de atividades.

Quinto FCS: Educação e treinamento de usuários, nesta linha organizacional, educação e treinamento dos usuários aparece em 5º lugar nos FCS apresentados. EL AMRANI *et al.* (2006) afirmam que mudanças ocorridas levam uma quantidade de esforço, tempo e dinheiro. Destacam a importância de um programa claro de treinamento, tanto para a situação atual como em treinamento em negócio futuro e novas funcionalidades.

Os demais fatores são organizados em FCS ligados a pessoas e organização, ERP e infraestrutura de TI.

Os 9 FCS ligados a pessoas e organização são: a) Gerenciamento do Projeto e o Campeão; b) Gestão de comunicação; c) Gestão de processos BPM; c) Envolvimento dos usuários; d) Gestão de custos e prazos; e) Gestão do Conhecimento KM; f) Clima organizacional; g) Gestão Pós-Implantação; e h) Gestão de riscos.

Os 6 FCS ligados diretamente ao ERP são: a) seleção e qualidade, Suporte; b) Apoio de Fornecedores ERP; c) Desempenho e Métricas

Qualidade; d) Configuração e customização; e) Requisitos funcionais do ERP; f) Desenvolvimento de customizações.

Os 4 FCS ligados a TI são: a) TI – Infraestrutura e pessoal; b) Gestão de dados e validações; c) Apoio de consultoria; d) Sistemas legados e demais integrações.

5.2 Os 20 FCS DE ERP PROJETADA PARA A INDÚSTRIA 4.0

Pela semelhança dos FCS para implantação da Indústria 4.0 e a integração de sistemas ERP, identificou-se 20 fatores críticos, mesmo não encontrados na literatura artigos que tratassem dos FCS diretamente na implantação de um sistema ERP num contexto da Indústria 4.0 em operação.

Portanto, esses 20 FCS associados à Indústria 4.0 e a atuação dos sistemas ERP neste ambiente serão denominados como FCS para uma implantação projetada do ERP para a Indústria 4.0. Diferente dos FCS ERP atual, os autores mencionaram a nova tecnologia embarcada como fator crítico. Os 6 FCS projetados mais mencionados estão ligados ao nível da tecnologia e sua gestão.

Iniciando pelo Primeiro FCS: "Digitalize a organização", os autores destacam como fundamental a revolução nas tecnologias que consistem em Sistemas Físico-cibernéticos (CPS), *Internet* das Coisas (IoT) e *Internet* dos Serviços (IoS), interconectando máquinas que permitem fabricar produtos customizados (LASI *et al.*, 2014). LICHTBLAU *et al.* (2015) comentam que a relevância da Indústria 4.0 para uma organização é o percentual dos ativos industriais já digitalizados e devidamente integrados.

O segundo FCS mais mencionado na pesquisa é o "Gerenciamento de segurança cibernética", para uma rede digital de pessoas, produtos e máquinas, além do estritamente relacionado a processamento inteligente de dados, serviços de valor agregado digital e processos de negócios conforme HANKEL (2015).

O terceiro FCS "Recursos de IoT bem conectado ao ERP" inclui dispositivos, equipamentos, máquinas, objetos e sensores, permitem o monitoramento de todos os processos de fabricação, processos com

manutenção, qualidade da produção, e otimização do gerenciamento de energia. O objetivo da fábrica inteligente é conectar todos os dispositivos inteligentes com maior decisão para realizar o "*making*". (DUTTA *et al.*, 2015). Essa conectividade ao nível de tomada de decisão das organizações envolve dispositivos inteligentes de fábrica a sistemas de execução de manufatura (MES), gerenciamento de energia (EMS) e sistemas ERP (GAMARRA *et al.*, 2016).

Quarto FCS "Gerenciamento de dados e informações de forma analítica", trata-se do *Business Intelligence and Analytics* (BI&A) operacional que explora a grande quantidade de dados de produção (HÄNEL e FELDEN 2013) e análise de *Big Data*, que pode melhorar o processo e o desempenho da empresa (FOSSO WAMBA *et al.*, 2017). O ponto de encontro do sistema ERP com a Indústria 4.0 passa principalmente pelos novos modelos do *Big Data* (BABICEANU e SEKER, 2016).

O quinto FCS "Capacidade em tempo real" considerado um dos principais focos da Indústria 4.0. De acordo com LEE *et al.* (2015) a coleta de dados e o monitoramento dos vários processos são alcançados em tempo real. Os clientes de uma organização podem acompanhar o *status* de seus pedidos *on-line* e recebe as informações necessárias, sem demora, afirma SADRZADEHRAFIEI (2013).

O sexto FCS é a "Orientação de serviço na nuvem" conectando as administrações interna e externa o qual são requeridas pelo processamento da fábrica, razão pela qual a administração da *internet* se tornou um segmento indispensável da Indústria 4.0 (KIM *et al.*, 2017). De acordo com SHARMA (2014), o processo de integração paralelizável, planejamento, coordenação e controle dos fluxos logísticos envolvidos no fluxo de materiais (SCM), finanças (ERP) e informações em todo o suprimento corrente já estão alinhados às novas tecnologias de troca de informações nas nuvens.

Os demais FCS podem ser ligados a pessoas e organização, diretamente ao ERP e sistemas automatizados e produtos inteligentes.

Os FCS ligados a pessoas e organização são: a) Apoio da Alta direção as iniciativas da Indústria 4.0 e ERP b) Alinhar a Indústria 4.0 e ERP com a

estratégia organizacional c) RH fator importante para o sucesso da Indústria 4.0 e ERP d) Gerenciamento de mudanças e Gerenciamento de projetos.

FCS ligados diretamente ao ERP são: a) Componentes IND40 ligados aos sistemas ERP b) Plataformas de capacitação de aplicativos e Infraestrutura, c) Interoperabilidade entre os sistemas d) Melhor integração entre o CPS e demais sistemas ERP e) Faça esforços para digitalizar a cadeia de suprimentos.

Os FCS Ligados a sistemas automatizados e produtos inteligentes são: a) Faça seus produtos ou serviços inteligentes; b) Modularidade e personalização c) Virtualização da fábrica inteligente d) Descentralização – sistemas auto reguláveis.

Diferente dos FCS ERP atual, na Figura 16 destaca-se a nova tecnologia embarcada como um novo fator crítico, sendo que dos 20 FCS encontrados, 30% estão ligados a tecnologia e sua gestão, 25% a pessoas e organização, 25% ligados diretamente ao ERP e por fim 20% a sistemas automatizados e produtos inteligentes ligados à Indústria 4.0.

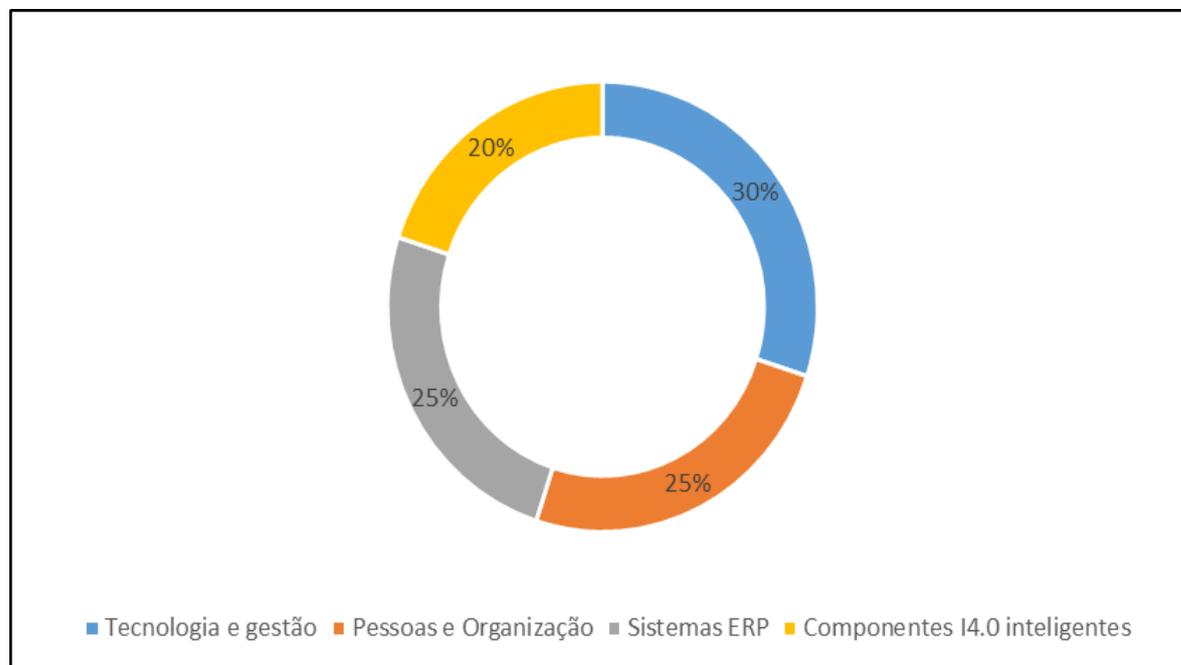


Figura 16 – FCS Projetada e sua representação
Fonte: Elaborado pelo próprio autor

5.3 ERP ATUAL X PROJETADA

Analisando os FCS atual e projetada encontram-se 5 FCS comuns aos dois conjuntos, são eles: *i)* Apoio da Alta direção; *ii)* Alinhamento da estratégia da organização com os projetos; *iii)* Educação e treinamento dos usuários; *iv)* gestão de projetos; e *v)* gestão de mudanças.

Apesar do FCS “Apoio da alta direção” constar como 1º lugar na lista dos FCS atual, este aparece em 6.º lugar para a lista dos FCS projetada. Podem-se observar possíveis aproximações e pontes entre a grande experiência com os FCS para ERP atual com a nova realidade das integrações de sistemas para a Indústria 4.0 e seus componentes.

A seguir, no Quadro 12, retrata-se o encontro dos FCS atual com a projetada, destacando na coluna central os FCS comuns aos dois conjuntos.

Quadro 12 – Encontro dos FCS Atual e FCS projetada

Encontro dos FCS Atual e Projetada		
FCS's Atual	Atual x Projetada	FCS's Projetada
1 APOIO DA ALTA DIREÇÃO		DIGITALIZE A ORGANIZAÇÃO
2 GESTÃO DO PROJETO - EQUIPE COMPETENCIAS		GESTÃO DE SEGURANÇA CIBERNÉTICA
3 GESTÃO DE MUDANÇAS, CRISES E CULTURA		RECURSOS IoT BEM CONECTADOS AO ERP
4 PLANEJAMENTO E ESTRATÉGIA DE IMPLANTAÇÃO		GESTÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES ANALÍTICAS
5 EDUCAÇÃO E TREINAMENTO USUÁRIOS		CAPACIDADE TEMPO REAL
6 GERENCIAMENTO DO PROJETO - CAMPEÃO		ORIENTAÇÃO DE SERVIÇOS NA NUVEM
7 GESTÃO DE COMUNICAÇÃO	APOIO DA ALTA DIREÇÃO	APOIO DA ALTA DIREÇÃO
8 GESTÃO DE PROCESSOS - BPM / BPR	PLANEJAMENTO E ESTRATÉGIA	ALINHAR PROJETOS COM A ESTRATÉGIA
9 ENVOLVIMENTO DOS USUÁRIOS	EDUCAÇÃO E TREINAMENTO USUÁRIOS	RH FATOR IMPORTANTE NA IND4.0 E ERP
10 O SISTEMA ERP - SELEÇÃO E QUALIDADE		FAÇA PRODUTOS E SERVIÇOS INTELIGENTES
11 SUPORTE E APOIOFORNECEDORES DO ERP		DIGITALIZAR TODA A CADEIA DE SUPRIMENTOS
12 TI - INFRAESTRUTURA E PESSOAL	GESTÃO DE MUDANÇAS, CRISES E CULTURA	GESTÃO DE MUDANÇAS
13 GESTÃO DOS DADOS E VALIDAÇÕES	GESTÃO PROJETO E EQUIPE	GERENCIAMENTO DE PROJETOS
14 AVALIAÇÃO DESEMPENHO/ METRICAS/QUALIDADE		MODULARIDADE E PERSONALIZAÇÃO
15 PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS CUSTOS E PRAZOS		COMPONENTES IND4.0 LIGADOS AO ERP
16 APOIO DE CONSULTORIA		PLATAFORMAS DE APLICATIVOS E INFRAESTRUTURA
17 CONFIGURAÇÃO, CUSTOMIZAÇÃO DO ERP		INTEROPERABILIDADE ENTRE OS SISTEMAS
18 REQUISITOS FUNCIONAIS DO ERP		VIRTUALIZAÇÃO DA FÁBRICA INTELIGENTE
19 GESTÃO DE CONHECIMENTOS - KM		DESCENTRALIZAÇÃO - SISTEMAS AUTO REGULÁVEIS
20 SISTEMAS LEGADOS E SUAS INTEGRAÇÕES		INTEGRAÇÃO CPS COM SISTEMAS ERP
21 DESENVOLVIMENTO DE CUSTOMIZAÇÕES		
22 CLIMA ORGANIZACIONAL		
23 GESTÃO PÓS-IMPLANTAÇÃO		
24 GESTÃO DE RISCOS		

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A partir de uma análise conjunta das duas listas, chegou-se a um resultado de 39 FCS abrangendo o ERP e a Indústria 4.0, favorecendo as organizações e seus fornecedores de ERP. Desta nova lista destaca-se que 44% dos FCS estão relacionados a pessoas e a organização, 26% diretamente

ligados ao ERP, 21% ligados aos componentes da Indústria 4.0 e 10% ao nível de tecnologia e sua gestão de infraestrutura de TI. Na Figura 17 apresenta-se esta participação.

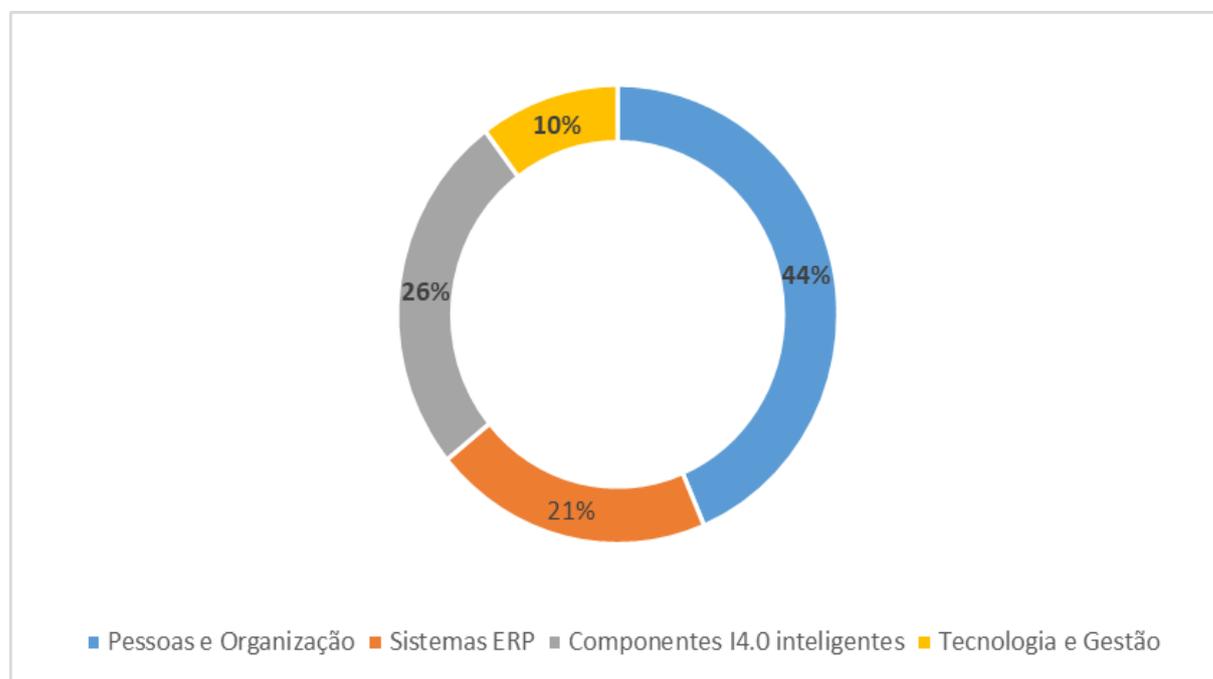


Figura 17 - Participação dos 39 FCS

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se assumir como uma estratégia de implantação bem sucedida a lista conjunta dos 39 FCS como um roteiro para as futuras implementações com um alto nível de aderência, integrações e dispositivos transitando num conjunto de configurações de um ERP. Finalmente, apresentam-se no Quadro 13, por ordem de importância de participação (Figura 17), os 39 FCS elencados, a partir das informações do Quadro 12.

Quadro 13 – Lista dos 39 FCS Atual e FCS projetada agrupados

Agrupamentos	39 - FCS
Pessoas e Organização	<ul style="list-style-type: none"> • Apoio da alta direção • Planejamento e estratégia • Educação e treinamento de usuários • Gestão de mudanças, crises e cultura • Gestão de projetos e Equipe • Gerenciamento do projeto – campeão • Gestão de comunicação • Gestão de processos – BPM • Envolvimento dos usuários • Gestão dos custos e prazos • Apoio de consultoria • Gestão de conhecimentos

	<ul style="list-style-type: none"> • Clima organizacional • Gestão de pós-implantação • Gestão de riscos • Digitalize a organização • Digitalizar toda a cadeia de suprimentos
Sistemas ERP	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema ERP – seleção e qualidade • Suporte e apoio do fornecedor do ERP • Gestão dos dados e validações • Desempenho, métricas e qualidade • Configuração e customizações • Requisitos funcionais do ERP • Sistemas legados e integrações • Desenvolvimento de customizações
Componentes I4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de segurança cibernética • Recursos de IoT bem conectados ao ERP • Capacidade de tempo real • Orientação de serviços na nuvem • Faça produtos e serviços inteligentes • Modularidade e personalização • Componentes da Indústria 4.0 ligados ao ERP • Virtualização da fábrica inteligente • Descentralização e sistemas auto-reguláveis • Integração CPS com sistemas ERP
Tecnologia e Gestão	<ul style="list-style-type: none"> • TI – infraestrutura pessoal • Interoperabilidade entre os sistemas • Gestão de dados e informações analíticas • Plataformas de aplicativos e infraestrutura

Logo, é possível concluir que, se houver uma gestão adequada desses 39 FCS, há grandes possibilidades de se chegar a uma implantação bem sucedida de um Sistema ERP no contexto da Indústria 4.0.

6 CONCLUSÃO

Apresentam-se neste capítulo as principais conclusões e sugestões para pesquisas futuras. O objetivo desta pesquisa foi apresentar uma lista de FCS para a implantação de Sistemas ERP para a Indústria 4.0, a partir de uma revisão sistemática da literatura em duas fases. Uma fase que identificou um conjunto de 24 FCS atual e outra fase que identificou 20 FCS projetada para um contexto da indústria 4.0.

A pesquisa mostrou que mesmo com alto índice de sistemas inteligentes, conexões e módulos integrados, o sucesso de uma implantação de um sistema ERP num contexto de uma fábrica inteligente, é necessário seguir uma lista de FCS que precisam ser observados no momento de implantação e pós-implantação do sistema ERP.

A partir de uma análise conjunta das duas listas (Atual e Projetada), chegou-se a um resultado de 39 FCS abrangendo o ERP e a Indústria 4.0, favorecendo os projetos de implantação, tanto para as organizações em geral quanto para os fornecedores de soluções ERP.

Destaca-se que na lista dos 39 FCS levantados, 44% estão relacionados a pessoas e a organização, que observa ainda uma forte relação entre homem e máquinas. Entende-se que a falta de envolvimento das pessoas e organização, pode comprometer o projeto de implantação do ERP. Os outros 26% da lista estão diretamente ligados ao ERP que retrata a importância de sistemas bem construídos e com suporte à altura das necessidades das empresas digitalizadas. Os componentes da Indústria 4.0 representam 21% dos FCS, o que a princípio não deve ser o motivo de fracasso para os projetos. E por fim, a infraestrutura necessária para receber toda essa tecnologia, representa 10% da lista dos 39 FCS.

Pode-se assumir como uma estratégia de implantação bem sucedida, a lista conjunta dos 39 FCS como um roteiro para as futuras implementações com um alto nível de aderência, integrações e dispositivos, transitando num conjunto de configurações de um ERP.

A apresentação desta lista dos 39 FCS traz uma contribuição acadêmica por ainda não haver estudos e pesquisas consolidadas sobre o tema, pelo fato do assunto ser relevante, atual e que merece maior atenção e detalhamento em futuras pesquisas, principalmente no acompanhamento e evolução dos protocolos e regras de integração da Indústria 4.0.

Para o ambiente empresarial a contribuição, tanto para gestores como para consultores, com envolvimento em projetos de implantação de Sistemas ERP para esse novo contexto da Indústria 4.0, está nos pontos de atenção que a lista dos 39 FCS apresenta, desde a seleção até pos-implantação.

Por fim, conclui-se que continuar explorando as possibilidades decorrentes de pesquisas sobre FCS para implantação de sistema ERP num contexto da Indústria 4.0, se torna urgente, não só para o setor industrial, que entendeu a necessidade de aderir a essa nova realidade tecnológica, bem como para os fornecedores de ERP, que devem acompanhar toda essa evolução requerida.

6.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Atendendo o objetivo de conhecer e identificar os principais FCS na implantação do ERP num ambiente de uma empresa digitalizada e se tratando deste nível de tecnologia devem-se expandir as pesquisas focando-se em:

- i) Identificar quais sistemas ERP estão preparados e maduros para se conectar com os componentes da Indústria 4.0;
- ii) Identificar quais as necessidades ou benefícios que a Indústria 4.0 oferece aos sistemas ERP atuais;
- iii) Identificar quais FCS estão presentes na implantação de sistema ERP numa empresa já digitalizada;
- iv) Identificar qual o perfil de funcionários nesta nova geração da Indústria 4.0 que poderá influenciar a qualidade da implantação dos novos sistemas ERP.
- v) Identificar os protocolos de comunicação adotados pela Indústria 4.0 e seus componentes para uma plena integração com sistemas ERP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDINNOUR, Sue; SAEED, Khawaja. User perceptions towards an ERP system. **Journal of Enterprise Information Management**, 2015.

ADEYERI, Michael Kanisuru; MPOFU, Khumbulani; OLUKOREDE, T. Adenuga. Integration of agent technology into manufacturing enterprise: A review and platform for industry 4.0. In: 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM). IEEE, 2015. p. 1-10.

AHMAD, M. Munir; CUENCA, Ruben Pinedo. Critical success factors for ERP implementation in SMEs. **Robotics and computer-integrated manufacturing**, v. 29, n. 3, p. 104-111, 2013.

ALHAKIMI, Waddah; ALZAHARY, Ammar. An Assessment of Organizational Readiness for ERP Implementation. **Euro Asia Journal of Management**, v. 25, 2015.

ALI, Mahmood; MILLER, Lloyd. ERP system implementation in large enterprises—a systematic literature review. **Journal of Enterprise Information Management**, 2017.

ALJAWARNEH, Shadi A.; ALAWNEH, Ali; JARADAT, Reem. Cloud security engineering: Early stages of SDLC. **Future Generation Computer Systems**, v. 74, p. 385-392, 2017.

AL-MASHARI, Majed; AL-MUDIMIGH, Abdullah; ZAIRI, Mohamed. Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. **European journal of operational research**, v. 146, n. 2, p. 352-364, 2003.

ALOINI, Davide; DULMIN, Riccardo; MININNO, Valeria. Risk management in ERP project introduction: Review of the literature. **Information & Management**, v. 44, n. 6, p. 547-567, 2007.

AMALNICK, Mohsen Sadegh et al. A group decision making approach for evaluation of ERP critical success factors using fuzzy AHP. In: **2010 Fourth UKSim European Symposium on Computer Modeling and Simulation**. IEEE, 2010. p. 212-217.

APPS RUN THE WORD, Disponível em <https://www.appsruntheworld.com/>. Acesso em 16.07.2020.

AYLA NETWORKS, Build vs. Buy. Fabricantes Maior decisão de IoT: criar ou comprar uma plataforma de IoT? 2015.

BABICEANU, Radu F.; SEKER, Remzi. Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: A survey of the current status and future outlook. **Computers in Industry**, v. 81, p. 128-137, 2016.

BAJWA, Deepinder S.; GARCIA, Joseph E.; MOONEY, Timothy. An integrative framework for the assimilation of enterprise resource planning systems: phases, antecedents, and outcomes. **Journal of Computer Information Systems**, v. 44, n. 3, p. 81-90, 2004.

BALDASSARI, Paul; ROUX, Jonathan D. Industry 4.0: preparing for the future of work. **People & Strategy**, v. 40, n. 3, p. 20-24, 2017.

BANSAL, Veena; AGARWAL, Ankit. Enterprise resource planning: identifying relationships among critical success factors. **Business Process Management Journal**, 2015.

BARRETO, Luis; AMARAL, Antonio; PEREIRA, Teresa. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1245-1252, 2017.

BARTH, Christian; KOCH, Stefan. Critical success factors in ERP upgrade projects. **Industrial Management & Data Systems**, 2019.

BATTLESON, Douglas A. et al. Achieving dynamic capabilities with cloud computing: An empirical investigation. **European Journal of Information Systems**, v. 25, n. 3, p. 209-230, 2016.

BAUERNHANSL, T.; TEN HOMPEL, M.; VOGEL-HEUSER, B. Industry 4.0 in Production, Automation and Logistics: Application, Technologies and Migration. 2014.

BAYKASOĞLU, Adil; GÖLCÜK, İlker. Development of a two-phase structural model for evaluating ERP critical success factors along with a case study. **Computers & Industrial Engineering**, v. 106, p. 256-274, 2017.

BEATTY, Robert C.; WILLIAMS, Craig D. ERP II: best practices for successfully implementing an ERP upgrade. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 105-109, 2006.

BEHESHTI, Hooshang M. et al. Selection and critical success factors in successful ERP implementation. **Competitiveness Review**, 2014.

BHARADWAJ, Sundar; BHARADWAJ, Anandhi; BENDOLY, Elliot. The performance effects of complementarities between information systems, marketing, manufacturing, and supply chain processes. **Information systems research**, v. 18, n. 4, p. 437-453, 2007.

BIBBY, Lee; DEHE, Benjamin. Defining and assessing industry 4.0 maturity levels—case of the defence sector. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 12, p. 1030-1043, 2018.

BINGI, Prasad; SHARMA, Maneesh K.; GODLA, Jayanth K. Critical issues affecting an ERP implementation. **IS Management**, v. 16, n. 3, p. 7-14, 1999.

BOTTA-GENOULAZ, Valerie; MILLET, P.-A.; GRABOT, Bernard. A survey on the recent research literature on ERP systems. **Computers in industry**, v. 56, n. 6, p. 510-522, 2005.

BOUWERS, Eric; VIS, Reinier. Multidimensional software monitoring applied to erp. **Electronic Notes in Theoretical Computer Science**, v. 233, p. 161-173, 2009.

BRETTEL, Malte et al. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective. **FormaMente**, v. 12, 2017.

CAUCHICK MIGUEL, Paulo Augusto et al. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. **Rio de Janeiro: Elsevier**, 2010.

CHAKRAVORTY, Satya S.; DULANEY, Ronald E.; FRANZA, Richard M. ERP implementation failures: a case study and analysis. **International Journal of Business Information Systems**, v. 21, n. 4, p. 462-476, 2016.

CHUNG, Boo Young et al. Analyzing enterprise resource planning system implementation success factors in the engineering—construction industry. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 22, n. 6, p. 373-382, 2008.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br>> Acesso em: 25 de maio de 2020.

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, SL da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **Trabalho apresentado**, v. 8, 2011.

CORDEIRO¹, Alexander Magno et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. 2007.

CORONADO, Pedro Daniel Urbina et al. Part data integration in the Shop Floor Digital Twin: Mobile and cloud technologies to enable a manufacturing execution system. **Journal of manufacturing systems**, v. 48, p. 25-33, 2018.

DA XU, Li; HE, Wu; LI, Shancang. Internet of things in industries: A survey. **IEEE Transactions on industrial informatics**, v. 10, n. 4, p. 2233-2243, 2014.

DANE, Francis C. **Research methods**. Thomson Brooks/Cole Publishing Co, 1990.

DANJOU, C.; RIVEST, L.; PELLERIN, R. Industrie 4.0: Des pistes pour aborder l'ère du numérique et de la connectivité. **Bibliothèque et Archives nationales du Québec**, 2017.

DAVENPORT, Thomas H. et al. **Mission critical: realizing the promise of enterprise systems**. Harvard Business Press, 2000.

DAVIS, Chad et al. Achieving cultural congruency in weight loss interventions: can a spirituality-based program attract and retain an inner-city community sample? **Journal of obesity**, v. 2014, 2014.

DE SOUSA JABBOUR, Ana Beatriz Lopes et al. When titans meet—Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 18-25, 2018.

DEZDAR, Shahin; AININ, Sulaiman. The influence of organizational factors on successful ERP implementation. **Management Decision**, 2011.

DEZDAR, Shahin; SULAIMAN, Ainin. Successful enterprise resource planning implementation: taxonomy of critical factors. **Industrial Management & Data Systems**, 2009.

DOCS.MICROSOFT. Disponível em <https://docs.microsoft.com/pt-br/azure/?product=featured>. Acesso em 17.07.2020

DOWLATSHAHI, Shad. Strategic success factors in enterprise resource-planning design and implementation: a case-study approach. **International Journal of production research**, v. 43, n. 18, p. 3745-3771, 2005.

DRATH, Rainer; HORCH, Alexander. Industrie 4.0: Hit or hype? [Industry forum]. **IEEE industrial electronics magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

DREYER, Sonja et al. Towards a smart services enabling information architecture for installed base **management in manufacturing**. 2017.

DUTTA, Debprotim; BOSE, Indranil. Managing a big data project: the case of ramco cements limited. **International Journal of Production Economics**, v. 165, p. 293-306, 2015.

DWIVEDI, Yogesh K. et al. Research on information systems failures and successes: Status update and future directions. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 1, p. 143-157, 2015.

EISENHARDT, Kathleen M. Building theories from case study research. **Academy of management review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

EL AMRANI, Mofdi; SEAÏD, M. Animating water waves using semi-lagrangian techniques. In: **Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2004**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. p. 494-498.

ELKHANI, Naeimeh; SOLTANI, Sheida; AHMAD, Mohammad Nazir. The effects of transformational leadership and ERP system self-efficacy on ERP system usage. **Journal of Enterprise Information Management**, 2014.

ERDIL, Nadiye O.; AKTAS, Can B.; ARANI, Omid M. Embedding sustainability in lean six sigma efforts. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, p. 520-529, 2018.

ESTEVEES, José; PASTOR, Joan. Enterprise resource planning systems research: an annotated bibliography. **Communications of the association for information systems**, v. 7, n. 1, p. 8, 2001.

ESTEVEES, José; PASTOR-COLLADO, Joan. Analysis of critical success factors relevance along SAP implementation phases. **AMCIS 2001 Proceedings**, p. 197, 2001.

FILIPPI, Stefano; BARATTIN, Daniela. Classification and selection of prototyping activities for interaction design. 2012.

FINNEY, Sherry; CORBETT, Martin. ERP implementation: a compilation and analysis of critical success factors. **Business process management journal**, 2007.

FLATT, Holger et al. Analysis of the Cyber-Security of industry 4.0 technologies based on RAMI 4.0 and identification of requirements. In: **2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)**. IEEE, 2016. p. 1-4.

FOSSO WAMBA, Samuel; NGAI, Eric WT. Importance of issues related to RFID-enabled healthcare transformation projects: results from a Delphi study. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 1, p. 19-33, 2015.

FOSSO WAMBA, Samuel et al. Determinants of RFID adoption intention by SMEs: an empirical investigation. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 12, p. 979-990, 2016.

FRANÇOISE, Olivier; BOURGAULT, Mario; PELLERIN, Robert. ERP implementation through critical success factors' management. **Business process management journal**, 2009.

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? **Technological forecasting and social change**, v. 114, p. 254-280, 2017.

GAMARRA, Carlos; GUERRERO, Josep M.; MONTERO, Eduardo. A knowledge discovery in databases approach for industrial microgrid planning. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 60, p. 615-630, 2016.

GARG, Poonam; CHAUHAN, Ajay. Factors affecting the ERP implementation in Indian retail sector. **Benchmarking: an International Journal**, 2015.

GARGEYA, Vidyaranya B.; BRADY, Cydnee. Success and failure factors of adopting SAP in ERP system implementation. **Business process management journal**, 2005.

GHOBAKHLOO, Morteza; AZAR, Adel. Business excellence via advanced manufacturing technology and lean-agile manufacturing. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2018.

GHOSH, Arindam; JOSHI, Avinash. A new approach to load balancing and power factor correction in power distribution system. **IEEE Transactions on power delivery**, v. 15, n. 1, p. 417-422, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Metodologia Do Ensino Superior**. 4ª ed. Editora Atlas SA, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 13ª reimpr. São Paulo: Atlas, p. 50, 2009.

GILCHRIST, Alasdair. **Industry 4.0: the industrial internet of things**. Apress, 2016.

GRANGEL-GONZÁLEZ, Irlán et al. An RDF-based approach for implementing industry 4.0 components with Administration Shells. In: 2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). IEEE, 2016. p. 1-8.

GRANT, Robert M. Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic management journal*, v. 17, n. S2, p. 109-122, 1996.

GREENGARD, Samuel. **The internet of things**. MIT press, 2015.

GUPTA, Shivam et al. Organizational, technological and extrinsic factors in the implementation of cloud ERP in SMEs. **Journal of Organizational Change Management**, 2018.

HA, Young Mok; AHN, Hyung Jun. Factors affecting the performance of Enterprise Resource Planning (ERP) systems in the post-implementation stage. **Behaviour & Information Technology**, v. 33, n. 10, p. 1065-1081, 2014.

HAKIM, Amin; HAKIM, Hamid. A practical model on controlling the ERP implementation risks. **Information systems**, v. 35, n. 2, p. 204-214, 2010.

HANAFIZADEH, Payam et al. The core critical success factors in implementation of enterprise resource planning systems. **International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)**, v. 6, n. 2, p. 82-111, 2010.

HÄNEL, Tom; FELDEN, Carsten. *Operational business intelligence meets manufacturing*. 2013.

HANKEL, Martin; REXROTH, Bosch. The reference architectural model industrie 4.0 (rami 4.0). **ZVEI**, v. 2, n. 2, p. 4, 2015.

HASAN, Najmul et al. Factors affecting post-implementation success of enterprise resource planning systems: a perspective of business process performance. **Enterprise Information Systems**, v. 13, n. 9, p. 1217-1244, 2019.

HASHEM, Ibrahim Abaker Targio et al. The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues. **Information systems**, v. 47, p. 98-115, 2015.

HASIBUAN, Zainal Arifin; DANTES, Gede Rasben. Priority of key success factors (KSFS) on enterprise resource planning (ERP) system implementation life cycle. **Journal of Enterprise Resource Planning Studies**, v. 2012, p. 1, 2012.

HOFMANN, Erik; RÜSCH, Marco. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in industry*, v. 89, p. 23-34, 2017.

HOLLAND, C. R.; LIGHT, Ben. A critical success factors model for ERP implementation. **IEEE software**, v. 16, n. 3, p. 30-36, 1999.

HONG, Paul et al. The impact of ERP implementation on organizational capabilities and firm performance. **Benchmarking: An International Journal**, 2012.

HSU, Pei-Fang. Integrating ERP and e-business: Resource complementarity in business value creation. **Decision Support Systems**, v. 56, p. 334-347, 2013.

HUANG, Shi-Ming et al. Assessing risk in ERP projects: identify and prioritize the factors. *Industrial management & data systems*, 2004.

HUGHES, D. Laurie; RANA, Nripendra P.; DWIVEDI, Yogesh K. Elucidation of IS project success factors: an interpretive structural modelling approach. **Annals of Operations Research**, v. 285, n. 1, p. 35-66, 2020.

IANSITI, Marco; LAKHANI, Karim R. The truth about blockchain. *Harvard Business Review*, 95:118–127, 2017.

IFINEDO, Princely et al. Relationships among ERP post-implementation success constructs: An analysis at the organizational level. **Computers in Human Behavior**, v. 26, n. 5, p. 1136-1148, 2010.

JACOBSON, Simon et al. The ERP market sizing report, 2006–2011. **AMR Research**, v. 29, 2007.

JANSSENS, Guy et al. An expert-based taxonomy of ERP implementation activities. **Journal of Computer Information Systems**, 2018.

JAYAWICKRAMA, Uchitha; YAPA, Saman. Factors affecting ERP implementations: client and consultant perspectives. **Journal of Enterprise Resource Planning Studies**, v. 2013, n. online, p. 1-13, 2013.

JAZDI, Nasser. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In: **2014 IEEE international conference on automation, quality and testing, robotics**. IEEE, 2014. p. 1-4.

JENKO, Aleksander; ROBLEK, Matjaž. A primary human critical success factors model for the ERP system implementation. **Organizacija**, v. 49, n. 3, p. 145-160, 2016.

JING, Shuwei; HO, Zih-Ping; NIU, Zhanwen. A term mining approach of interview case study on enterprise lean production. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 28, n. 11-12, p. 1414-1420, 2017.

JOSHI, Kailash; LAUER, Thomas W. Impact of information technology on users' work environment: A case of computer aided design (CAD) system implementation. **Information & Management**, v. 34, n. 6, p. 349-360, 1998.

KAGERMANN, Henning. Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In: **Management of permanent change**. Springer Gabler, Wiesbaden, 2015. p. 23-45.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. **Final report of the Industrie**, v. 4, n. 0, 2013.

KANARACUS, Chris. The scariest software project horror stories of 2012. **Computerworld**, 2012.

KARUPPUSAMI, Gandhinathan; GANDHINATHAN, R. Pareto analysis of critical success factors of total quality management. **The TQM magazine**, 2006.

KERZNER, Harold. **Project management 2.0**: leveraging tools, distributed collaboration, and metrics for project success. John Wiley & Sons, 2015.

KHAN, Siffat Ullah; NIAZI, Mahmood; AHMAD, Rashid. Critical success factors for offshore software development outsourcing vendors: A systematic literature review. In: **2009 Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering**. IEEE, 2009. p. 207-216.

KIM, Jong Uk; KISHORE, Rajiv. Do we fully understand information systems failure? An exploratory study of the cognitive schema of IS professionals. **Information Systems Frontiers**, v. 21, n. 6, p. 1385-1419, 2019.

KIM, Yonghee; PARK, Youngju; CHOI, Jeongil. A study on the adoption of IoT smart home service: using Value-based Adoption Model. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 28, n. 9-10, p. 1149-1165, 2017.

KUMAR, Vinod; MAHESHWARI, Bharat; KUMAR, Uma. ERP systems implementation: Best practices in Canadian government organizations. **Government Information Quarterly**, v. 19, n. 2, p. 147-172, 2002.

KURNIA, Sherah; LINDEN, Tanya; HUANG, Gang. A hermeneutic analysis of critical success factors for Enterprise Systems implementation by SMEs. **Enterprise Information Systems**, v. 13, n. 9, p. 1195-1216, 2019.

LASI, Heiner et al. Industrie 4.0. **Wirtschaftsinformatik**, v. 56, n. 4, p. 261-264, 2014.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

LEU, Jun-Der; LEE, Larry Jung-Hsing. Enterprise resource planning (ERP) implementation using the value engineering methodology and Six Sigma tools. **Enterprise Information Systems**, v. 11, n. 8, p. 1243-1261, 2017.

LEUSIN, Matheus E. et al. Solving the job-shop scheduling problem in the industry 4.0 era. **Technologies**, v. 6, n. 4, p. 107, 2018.

LICHTBLAU, Karl et al. IMPULS-industrie 4.0-readiness. **Impuls-Stiftung des VDMA**, Aachen-Köln, 2015.

LIU, Ann Zhong; SEDDON, Peter B. Understanding how project critical success factors affect organizational benefits from enterprise systems. **Business Process Management Journal**, 2009.

LIU, Pang-Lo. Empirical study on influence of critical success factors on ERP knowledge management on management performance in high-tech industries in Taiwan. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 10696-10704, 2011.

LOH, Tee Chiat; KOH, S. C. L. Critical elements for a successful enterprise resource planning implementation in small-and medium-sized enterprises. **International journal of production research**, v. 42, n. 17, p. 3433-3455, 2004.

LORENC, Augustyn; SZKODA, Maciej. Customer logistic service in the automotive industry with the use of the SAP ERP system. In: **2015 4th International conference on advanced logistics and transport (ICALT)**. IEEE, 2015. p. 18-23.

MARSTON, Sean et al. Cloud computing—The business perspective. **Decision support systems**, v. 51, n. 1, p. 176-189, 2011.

MARTINS, Roberto Antonio. Abordagens quantitativa e qualitativa. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 45-61, 2010.

MCGINNIS, Thomas C.; HUANG, Zhenyu. Rethinking ERP success: A new perspective from knowledge management and continuous improvement. **Information & Management**, v. 44, n. 7, p. 626-634, 2007.

MELL, Peter et al. The NIST definition of cloud computing. 2011.

MILES, Matthew B.; HUBERMAN, A. Michael. **An expanded sourcebook qualitative data analysis**. 1994.

MITAKOS, Theodoros; ALMALIOTIS, Ioannis; DEMEROUTI, Anna. An auditing approach for ERP systems examining human factors that influence ERP user satisfaction. **Informatica Economica**, v. 14, n. 1, p. 78, 2010.

MOMOH, A.; ROY, Rajkumar; SHEHAB, Essam. Challenges in enterprise resource planning implementation: State-of-the-art. **Business Process Management Journal**, 2010.

MOREIRA, Lilian Barros; SANTANA, Andressa Aparecida; ALMEIDA MIRANDA, Adilio Rene. The impacts of the implementation of SAP R/3 in a company of the dairy sector. **REVISTA CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**, v. 18, n. 1, p. 217-241, 2012.

MOREIRA, Walter. Revisão de literatura e desenvolvimento científico: conceitos e estratégias para confecção. **Janus**, v. 1, n. 1, 2004.

MORENO, Aitor et al. Virtualisation process of a sheet metal punching machine within the Industry 4.0 vision. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 11, n. 2, p. 365-373, 2017.

MÜLLER, Ralf; JUGDEV, Kam. Critical success factors in projects: Pinto, Slevin, and Prescott—the elucidation of project success. **International journal of managing projects in business**, 2012.

NAH, Fiona Fui-Hoon; LAU, Janet Lee-Shang; KUANG, Jinghua. Critical factors for successful implementation of enterprise systems. **Business process management journal**, 2001.

NAH, Fiona Fui-Hoon; ZUCKWEILER, Kathryn M.; LEE-SHANG LAU, Janet. ERP implementation: chief information officers' perceptions of critical success factors. **International journal of Human-computer Interaction**, v. 16, n. 1, p. 5-22, 2003.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. Manubot, 2019.

NGAI, Eric WT; LAW, Chuck CH; WAT, Francis KT. Examining the critical success factors in the adoption of enterprise resource planning. **Computers in industry**, v. 59, n. 6, p. 548-564, 2008.

NIKITOVIĆ, Milorad; STRAHONJA, Vjeran. Critical success factors aspects of the enterprise resource planning implementation. **Journal of Information and Organizational Sciences**, v. 36, n. 2, p. 135-146, 2012.

NOUR, Mohamed A.; MOUAKKET, Samar. A classification framework of critical success factors for ERP systems implementation: A multi-stakeholder perspective. In: **Competition, Strategy, and Modern Enterprise Information Systems**. IGI Global, 2013. p. 98-113.

NUÑEZ, D.; FERNÁNDEZ, G.; LUNA, J. Cloud system. **Procedia Computer Engineering**, v. 62, p. 149-164, 2017.

ORACLE.SITE. Disponível em <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/>. Acesso em 18.07.2020

OSNES, Karoline B. et al. ERP systems in multinational enterprises: a literature review of post-implementation challenges. *Procedia computer science*, v. 138, p. 541-548, 2018.

OZORHON, Beliz; CINAR, Emrah. Critical success factors of enterprise resource planning implementation in construction: Case of Turkey. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 6, p. 04015014, 2015.

OZTEMEL, Ercan; GURSEV, Samet. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, n. 1, p. 127-182, 2020.

PAN, Kuifan; NUNES, Miguel Baptista; PENG, Guo Chao. Risks affecting ERP post-implementation: Insights from a large Chinese manufacturing group. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2011.

PANETTO, Hervé; MOLINA, Arturo. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. **Computers in industry**, v. 59, n. 7, p. 641-646, 2008.

PENG, Guo Chao; NUNES, Miguel. Establishing an evidence-based 9D evaluation approach for ERP post-implementation. **Industrial Management & Data Systems**, 2017.

PISHDAD, Azadeh et al. ERP institutionalisation-A quantitative data analysis using the integrative framework of IS theories. **Australasian Journal of Information Systems**, v. 18, n. 3, 2014.

PORTAL DO ERP. Disponível em: <http://portaldoerp.com.br>. Acesso em 15.05.2020.

POSADA, Jorge et al. Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet. **IEEE computer graphics and applications**, v. 35, n. 2, p. 26-40, 2015.

QIN, Jian; LIU, Ying; GROSVENOR, Roger. A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. **Procedia cirp**, v. 52, p. 173-178, 2016.

RAJAGOPAL, Palaniswamy. An innovation—diffusion view of implementation of enterprise resource planning (ERP) systems and development of a research model. **Information & Management**, v. 40, n. 2, p. 87-114, 2002.

RAM, Jiwat; CORKINDALE, David; WU, Ming-Lu. Implementation critical success factors (CSFs) for ERP: Do they contribute to implementation success and post-implementation performance? **International Journal of Production Economics**, v. 144, n. 1, p. 157-174, 2013.

RAM, Jiwat; CORKINDALE, David. How “critical” are the critical success factors (CSFs)? **Business Process Management Journal**, 2014.

RAMOS, Anátalia Saraiva Martins; OLIVEIRA, Marcelo Augusto de. Fatores de sucesso na implementação de sistemas integrados de gestão empresarial (ERP): estudo de caso em uma média empresa. 2002.

RASHID, Asif et al. Enterprise systems' life cycle in pursuit of resilient smart factory for emerging aircraft industry: a synthesis of Critical Success Factors' (CSFs), theory, knowledge gaps, and implications. **Enterprise Information Systems**, v. 12, n. 2, p. 96-136, 2018.

RAY, Partha Pratim. Towards an internet of things based architectural framework for defence. In: **2015 International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT)**. IEEE, 2015. p. 411-416.

REITSMA, Ewout; HILLETOTH, Per. Critical success factors for ERP system implementation: A user perspective. **European Business Review**, 2018.

REJIKUMAR, G.; ASWATHY ASOKAN, A.; SREEDHARAN, V. Raja. Impact of data-driven decision-making in Lean Six Sigma: an empirical analysis. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 31, n. 3-4, p. 279-296, 2020.

RIBBERS, Pieter MA; SCHOO, Klaus-Clemens. Program management and complexity of ERP implementations. **Engineering management journal**, v. 14, n. 2, p. 45-52, 2002.

RIEDL, Matthias et al. Cyber-physical systems alter automation architectures. **Annual Reviews in Control**, v. 38, n. 1, p. 123-133, 2014.

ROBLEK, Vasja; MEŠKO, Maja; KRAPEŽ, Alojz. A complex view of industry 4.0. **Sage Open**, v. 6, n. 2, p. 2158244016653987, 2016.

ROJKO, Andreja. Industry 4.0 concept: Background and overview. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v. 11, n. 5, 2017.

ROSARIO, J. G. On the leading edge: critical success factors in ERP implementation projects. **Business World**, v. 17, n. May, p. 15-29, 2000.

ROSAS, Julio César et al. A mobile-sensor fire prevention system based on the internet of things. In: **International conference on computational science and its applications**. Springer, Cham, 2017. p. 274-283.

RUIVO, Pedro et al. Defining the ERP and CRM integrative value. **Procedia Technology**, v. 16, p. 704-709, 2014.

RÜßMANN, Michael et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston Consulting Group**, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

SADRZADEHRAFIEI, Samira et al. The benefits of enterprise resource planning (ERP) system implementation in dry food packaging industry. **Procedia Technology**, v. 11, p. 220-226, 2013.

SAINI, Shashank; NIGAM, Siddhartha; MISRA, Subhas C. Identifying success factors for implementation of ERP at Indian SMEs: A comparative study with Indian large organizations and the global trend. **Journal of Modelling in Management**, 2013.

SALAH, Bashir et al. Virtual reality-based engineering education to enhance manufacturing sustainability in industry 4.0. **Sustainability**, v. 11, n. 5, p. 1477, 2019.

SANDOE, K. Corbitt; BOYKIN, G. R.(2001), "Enterprise integration". 2007.

SANGMAHACHAI, K. Revolution to Industry 4.0. **Kasetsart energy and technology management center**, 2015.

SAP.LEON. Disponível em https://search.sap.com/brazil/search.html?t/Leonardo&n=1&s=boost&src=defaultSourceGroup&serp_ref=https%3A%2F%2Fwww.sap.com%2Fbrazil%2Fabout%2Ft-rust-center%2Fcertification-compliance%2Fsap-integrated-business-planning-soc-2-audit-report-2020-h2.html%23. Acesso em 17.07.2020

- SCHEIN, E. H. *Process Consultation Revisited: Building the Helping Relationship* Addison-Wesley. **Reading, MA**, 1999.
- SCHUH, G. et al. *Acatech Study–Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies*. 2017.
- SCHUH, Günther et al. Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0. **Procedia Cirp**, v. 19, p. 51-56, 2014.
- SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, v. 52, p. 161-166, 2016.
- SCHWEER, Dieter; SAHL, Jan Christian. The digital transformation of industry—the benefit for Germany. In: **The drivers of digital transformation**. Springer, Cham, 2017. p. 23-31.
- SHAMIM, Saqib et al. Management approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective. In: **2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)**. IEEE, 2016. p. 5309-5316.
- SHANKS, Graeme et al. Differences in critical success factors in ERP systems implementation in Australia and China: a cultural analysis. **ECIS 2000 Proceedings**, p. 53, 2000.
- SHARMA, Arun; GUPTA, Samarth. Identifying the role of ERP in enhancing operational efficiency and supply chain mobility in aircraft manufacturing industry. In: **2014 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT)**. IEEE, 2014. p. 330-333.
- SHAUL, Levi; TAUBER, Doron. Critical success factors in enterprise resource planning systems: Review of the last decade. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 45, n. 4, p. 1-39, 2013.
- SHIN, Ilsoon. Adoption of enterprise application software and firm performance. **Small Business Economics**, v. 26, n. 3, p. 241-256, 2006.
- SHIN, Wan Seon et al. A Quality Scorecard for the era of Industry 4.0. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 29, n. 9-10, p. 959-976, 2018.
- SICOTTE, Helene; LANGLEY, Ann. Integration mechanisms and R&D project performance. **Journal of Engineering and technology management**, v. 17, n. 1, p. 1-37, 2000.
- SINGLA, Ashim Raj; GOYAL, D. P. Managing risk factors in ERP implementation and design: an empirical investigation of the Indian industry. **Journal of Advances in Management Research**, 2006.
- SOGOTI. (2014). Industry 4.0 report. <https://www.fr.sogeti.com/globalassets/global/downloads/reports/vint-research-3-the-fourth-industrial-revolution>. Available on August 22, 2017.
- SOH, Christina; SIA, SIEW KIEN; TAY-YAP, Joanne. Cultural fits and misfits: Is ERP a universal solution? Association for Computing Machinery. **Communications of the ACM**, 2000.
- SOMERS, Toni M.; NELSON, Klara. The impact of critical success factors across the stages of enterprise resource planning implementations. In: **Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences**. IEEE, 2001. p. 10 pp.

- SONY, Michael; NAIK, Subhash. Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review. **Benchmarking: An International Journal**, 2019a.
- SONY, Michael; NAIK, Subhash S. Ten lessons for managers while implementing Industry 4.0. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 2, p. 45-52, 2019b.
- SONY, Michael. Industry 4.0 and lean management: a proposed integration model and research propositions. **Production & Manufacturing Research**, v. 6, n. 1, p. 416-432, 2018.
- SRIVASTAVA, Shagun; MISRA, Madhvendra. Developing evaluation matrix for critical success factors in technology forecasting. **Global Business Review**, v. 15, n. 2, p. 363-380, 2014.
- STERNAD, Simona et al. Critical success factors (CSFs) for enterprise resource planning (ERP) solution implementation in SMEs: what does matter for business integration. **International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)**, v. 5, n. 3, p. 27-46, 2009.
- STRANG, Kenneth David. Strategic analysis of CSF's for not-for-profit organizations. *Measuring Business Excellence*, 2018.
- SUDHAKAR, Goparaju Purna. A model of critical success factors for software projects. **Journal of Enterprise Information Management**, 2012.
- SUMNER, Mary. Risk factors in enterprise-wide/ERP projects. **Journal of information technology**, v. 15, n. 4, p. 317-327, 2000.
- SUN, Hongyi; NI, Wenbin; LAM, Rocky. A step-by-step performance assessment and improvement method for ERP implementation: Action case studies in Chinese companies. **Computers in Industry**, v. 68, p. 40-52, 2015.
- TCHOKOGUE, Andre; BAREIL, Céline; DUGUAY, Claude R. Key lessons from the implementation of an ERP at Pratt & Whitney Canada. **International Journal of Production Economics**, v. 95, n. 2, p. 151-163, 2005.
- TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez et al. Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 28290-28309, 2019.
- TELTUMBDE, Anand. A framework for evaluating ERP projects. **International journal of production research**, v. 38, n. 17, p. 4507-4520, 2000.
- TSAI, W.-H. et al. The relationship between ERP software selection criteria and ERP success. In: **2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**. IEEE, 2009. p. 2222-2226.
- UMBLE, Elisabeth J.; HAFT, Ronald R.; UMBLE, M. Michael. Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. **European journal of operational research**, v. 146, n. 2, p. 241-257, 2003.
- UTZIG, Carter et al. ERP in the cloud is it ready? Are you? **Perspective**, p. 1-9, 2013.
- VARGAS, Marcela Alejandra; COMUZZI, Marco. A multi-dimensional model of Enterprise Resource Planning critical success factors. **Enterprise Information Systems**, v. 14, n. 1, p. 38-57, 2020.
- WANG, Eric TG et al. The consistency among facilitating factors and ERP implementation success: A holistic view of fit. **Journal of Systems and Software**, v. 81, n. 9, p. 1609-1621, 2008.

WANG, Eric TG; CHEN, Jessica HF. Effects of internal support and consultant quality on the consulting process and ERP system quality. **Decision support systems**, v. 42, n. 2, p. 1029-1041, 2006.

WANG, Shiyong et al. Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, v. 101, p. 158-168, 2016.

WATCHATON, Ananchanok; KRAIRIT, Donyaprueth. Factors influencing organizational information systems implementation in Thai public universities. **Journal of Systems and Information Technology**, 2019.

WEBSTER, Jane; WATSON, Richard T. Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. **MIS quarterly**, p. xiii-xxiii, 2002.

WENRICH, Kristi; AHMAD, Norita. Lessons learned during a decade of ERP experience: A case study. **International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)**, v. 5, n. 1, p. 55-73, 2009.

WILHELM, Bauer et al. Planning flexible human resource capacity in volatile markets. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 47, n. 3, p. 4459-4464, 2014.

WILLIS, T. Hillman; WILLIS-BROWN, Ann Hillary. Extending the value of ERP. **Industrial management & data systems**, 2002.

WOO, Hong Seng. Critical success factors for implementing ERP: the case of a Chinese electronics manufacturer. **Journal of manufacturing technology management**, 2007.

WYNN, Martin. Information systems strategy development and implementation in SMEs. **Management Research News**, 2009.

XU, Hongjiang et al. Data quality issues in implementing an ERP. **Industrial management & data systems**, 2002.

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

YANG, Chen et al. Towards product customization and personalization in IoT-enabled cloud manufacturing. **Cluster Computing**, v. 20, n. 2, p. 1717-1730, 2017.

YOUNG, Raymond; JORDAN, Ernest. Top management support: Mantra or necessity? **International journal of project management**, v. 26, n. 7, p. 713-725, 2008.

YUSUF, Yahaya; GUNASEKARAN, Angappa; ABTHORPE, Mark S. Enterprise information systems project implementation: A case study of ERP in Rolls-Royce. **International journal of production economics**, v. 87, n. 3, p. 251-266, 2004.

ZENG, Yajun; SKIBNIEWSKI, Mirosław J. Risk assessment for enterprise resource planning (ERP) system implementations: a fault tree analysis approach. **Enterprise Information Systems**, v. 7, n. 3, p. 332-353, 2013.

ZERBINO, Pierluigi et al. Framing ERP success from an information systems failure perspective: A measurement endeavor. **Journal of Electronic Commerce in Organizations (JECO)**, v. 15, n. 2, p. 31-47, 2017.

ZHAI, Lili; ZHANG, Shuchen. The feature model of general ERP system for discrete manufacturing industry. In: **2009 International Conference on Electronic Commerce and Business Intelligence**. IEEE, 2009. p. 12-15.

ZHANG, Lin et al. Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm. **Enterprise Information Systems**, v. 8, n. 2, p. 167-187, 2014.

ZIEMBA, Ewa; OBLAK, Iwona. Critical success factors for ERP systems implementation in public administration. In: **Proceedings of the Informing Science and Information Technology Education Conference**. Informing Science Institute, 2013. p. 1-19.