



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Indústria 4.0 e Sistemas ERP: revisão sistemática da literatura 2009-2019, achados, tendências e aplicações

Bruno Douglas Lima da Silva (UNIMEP) – bruno_eng.mecanica2014@hotmail.com
Fernando Celso de Campos (UNIMEP) – fernando.campos@unimep.br

Resumo: Com a diversificação das necessidades e preferências da população, as indústrias buscam novas estratégias de produção para atender às demandas diferenciadas que os novos mercados consumidores têm apresentado. Na atualidade, vive-se uma transição entre a 3ª revolução industrial e a 4ª revolução industrial. O termo Indústria 4.0, cunhado na Alemanha pela ACATECH (Academia Alemã de Ciência e Engenharia) vem sendo utilizado para definir a 4ª revolução industrial, que tem como objetivo transformar os processos de manufatura das indústrias num formato inteligente e autônomo, em que o processamento de dados é feito “nas nuvens” de modo a agilizar a solução dos problemas de produção ocorridos, tornando-os mais eficazes e competitivas. O presente artigo teve como objetivo estudar os principais conceitos dos Sistemas ERP no contexto da Indústria 4.0 buscando: achados, tendências e aplicações. Como método de pesquisa foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) utilizando como fontes dois eventos nacionais (SIMPEP e ENEGEP), 5 revistas nacionais e periódicos internacionais (a partir do Portal da CAPES), entre os anos de 2009 a 2019. E como resultado apresenta-se uma análise geral do que foi encontrado realizando os principais destaques de como está sendo abordado o tema pesquisado. Destaque-se que é um tema abrangente, envolvendo várias tecnologias habilitadoras, portanto alguns recortes e delimitações foram necessários.

Palavras-chave: ERP, Indústria 4.0, Manufatura Inteligente, Fábrica Inteligente, RSL.

Industry 4.0 and ERP Systems: systematic review of the literature 2009-2019, findings, trends and applications

Abstract: With the diversification of the needs and preferences of the population, industries are looking for new production strategies to meet the different demands that the new consumer markets have presented. Currently, there is a transition between the 3rd industrial revolution and the 4th industrial revolution. The term Industry 4.0, coined in Germany by ACATECH (German Academy of Science and Engineering) has been used to define the 4th industrial revolution, which aims to transform the manufacturing processes of industries in an intelligent and autonomous format, in which the processing of data is made “in the clouds” in order to speed up the solution of the production problems that occurred, making them more effective and competitive. This project

aimed to study the main concepts of ERP Systems in the context of Industry 4.0 looking for: findings, trends and applications. As a research method, a systematic literature review (RSL) was carried out using as sources two national events (SIMPEP and ENEGEP), 5 national journals and international journals (from the CAPES Portal), between the years 2009 to 2019. E as a result, a general analysis of what was found is presented, making the main highlights of how the researched topic is being approached. It is noteworthy that it is a comprehensive theme, involving several enabling technologies, so some cuts and delineations were necessary.

Keywords: ERP, Industry 4.0, Intelligent Manufacturing, Intelligent Factory, RSL.

1. Introdução

A indústria mundial vem passando por um período de evolução e transformação nesta última década devido ao avanço das telecomunicações em banda larga, da internet nas nuvens, das tecnologias em geral, está sendo possível se considerar um novo estágio evolutivo baseado fortemente em sistemas de gestão inteligentes, auto-dirigidos e integrados com uma série de recursos (robóticos, sensores, dispositivos, etc) e ferramentas, produtos dotados de RFID para atuarem em uma espécie de “rede inteligente” de informações e atividades produtivas.

Este estágio evolutivo convencionou-se chamar “Indústria 4.0” que na Alemanha é o Programa Industrie 4.0 (ACATECH, 2013), em outras partes do mundo é Manufatura Inteligente ou Manufatura Avançada.

O termo Indústria 4.0 foi introduzido em 2011, pelo Instituto Fraunhofer-Gesellschaft e pelo Governo Federal Alemão como um termo coletivo que define o conjunto de tecnologias para fluxo de informações, automação e manufatura (CHUNG & KIM, 2016).

A visão geral, conceitos e componentes e algumas experiências brasileiras e internacionais da Indústria 4.0 são detalhados a seguir no formato de uma breve descrição geral dos principais achados na literatura sobre esse tema.

1.1 Indústria 4.0: Visão Geral

Rodrigues, Jesus e Schützer (2016) apresentaram um panorama geral do Programa Indústria 4.0, criado pelo governo alemão via investimentos governamentais e da própria indústria. Esse Programa tem por objetivo interconectar todas as áreas de um processo produtivo por meio de redes inteligentes. Então, é um desafio para a produção industrial realizar uma “4ª. Revolução Industrial”, em que os processos produtivos tenham um autocontrole e autogerenciamento. Há a intenção de que esse programa seja capaz de resolver problemas de produção tornando-a mais eficaz e obtendo ganhos competitivos. ACATECH (2013), Academia Alemã de Ciência e Engenharia, definiu a Indústria 4.0 como sendo o estágio de introdução de Internet das Coisas (IoT) e Internet de Serviços no ambiente da manufatura conduzindo, o que era conhecido como a 3ª revolução industrial (mecanização, eletricidade, automação, tecnologia da informação), à 4ª revolução industrial.

Porém, conforme publicação da CNI (2016), nos últimos anos, a Indústria 4.0 ganhou espaço na agenda de desenvolvimento industrial de diversos países, como: Alemanha, Estados Unidos, China, Japão e Coréia do Sul. Na Alemanha, o desenvolvimento da Indústria 4.0 é tratado como prioritário para o país ampliar sua competitividade. O tema é abordado em um conjunto de ações de instituições e de empresas (GTAI, 2014). O ACATECH (2013) lançou um relatório estabelecendo estratégia para o país se tornar o

principal fornecedor de tecnologias de produção inteligentes e integrar a produção com outros países líderes, com o objetivo de acompanhar tecnologias e gerar padrões.

Os Estados Unidos lançaram, em 2012, a Advanced Manufacturing Partnership (AMP), formada por representantes de empresas, universidades, governo e institutos de pesquisas para discutir e apresentar propostas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no país. Essa iniciativa está aliada às medidas de reindustrialização desenvolvidas na última década nos EUA. Em 2014, o grupo apresentou o “Report to the President. Accelerating U.S. Advanced Manufacturing”, com uma série de medidas para o desenvolvimento das tecnologias associadas a esse modo de produção. O relatório propõe, ainda, a implementação de um plano estratégico nacional para Indústria 4.0 (EUA, 2014). Na China, o 12º Plano Quinquenal (2011-2015) apresenta a Indústria 4.0 como um dos sete temas emergentes apoiados pelo governo, estabelecendo cinco setores como prioritários: equipamentos modernos, automotivo, siderúrgico, petroquímico e construção naval.

No Japão, o National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) criou, em 2008, o Advanced Manufacturing Research Institute (AMRI), composto por uma gama de grupos de pesquisas que têm como objetivo a troca de conhecimento e desenvolvimento de projetos conjuntos. Na Coreia do Sul, foi criado o Korea Advanced Manufacturing System (KAMS), projeto que tem como objetivo desenvolver novos processos e tecnologias para gerenciamento e integração de sistemas manufatureiros. O projeto foi criado pelo Korea Institute of Industrial Technology (KITECH) com apoio do Ministério do Comércio, Indústria e Energia e do Ministério da Ciência e Tecnologia. No Brasil, o Ministério das Comunicações criou, no final de 2014, a Câmara Máquina a Máquina (M2M) e Internet das Coisas, com objetivo de desenvolver o “Plano Nacional de Comunicação M2M e Internet das Coisas”. A Câmara é composta por uma gama de associações e Ministérios, dividida em diversos subgrupos, sendo um deles o de Produtividade Industrial e Indústria 4.0, do qual a CNI faz parte (BRASIL, 2014). Recentemente, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) criaram o Grupo de Trabalho de Indústria 4.0, com a participação de diversas instituições, entre elas a CNI, com objetivo de elaborar o plano de ação para Indústria 4.0 no Brasil.

1.2 Sistemas ERP no Contexto da Indústria 4.0

Nessas “indústrias inteligentes”, máquinas e insumos “conversam” ao longo das operações industriais com escala e flexibilidade do processo de fabricação, que, assim, ocorre de forma relativamente autônoma e integrada. Dispositivos localizados em diferentes unidades da empresa, ou mesmo de empresas diferentes, também trocam informações de forma instantânea sobre compras e estoques, permitindo uma otimização logística até então impensável, estabelecendo maior integração também entre os elos de uma cadeia produtiva (CNI, 2016)

O artigo publicado pelo CNI (Conselho Nacional da Indústria) em 2016 preconiza o conceito de Indústria 4.0, que vai além da integração dos processos associados à produção e distribuição, envolvendo, também, todas as diversas etapas da cadeia de valor: do desenvolvimento de novos produtos, como projeto, desenvolvimento, testes e até mesmo a simulação das condições de produção, até o pós-venda.

Os sensores permitem que os processos sejam capturados do início ao fim com um grande número de pontos de dados. Os preços dessa tecnologia de sensor, microchip e

rede, em queda, significam que os eventos e estados podem agora ser registrados em tempo real em toda a empresa, e não apenas em áreas individuais como células de fabricação, como era o caso anteriormente. Isso possibilita manter um modelo digital atualizado de fábrica em todos os momentos. O nome desse modelo está sendo adotado como sombra digital da empresa. A sombra digital pode ajudar a mostrar o que está acontecendo na empresa a qualquer momento, para que as decisões de gerenciamento possam ser baseadas em dados reais. É, portanto, um bloco básico para os estágios posteriores (ACATECH, 2013).

Produzir uma sombra digital é um grande desafio para muitas empresas, diz Schuh *et al.* (2017), um problema é que geralmente não existe uma fonte única verdadeira, porque os dados são, frequentemente, mantidos em silos descentralizados. Além disso, para funções como produção, logística e serviços, é frequente ainda assim, o fato de que muito poucos dados são coletados, mesmo em processos. Além disso, os dados capturados são, em muitos casos, visíveis apenas a um número limitado de pessoas que podem acessar e compreender os respectivos sistemas de domínio. O uso mais amplo dos dados é proibido pelos limites do sistema. Para atingir o objetivo de uma empresa de aprendizado ágil, a captura abrangente de dados em toda a empresa é essencial para o fornecimento de dados relevantes sobre a operação em toda a empresa (SCHUH *et al.*, 2017).

Esta é uma área na qual as empresas precisam mudar a maneira como pensar. Em vez de coletar dados apenas para permitir uma análise específica ou dar suporte a uma operação dedicada, eles devem ser capazes de criar um modelo atualizado de toda a empresa em todos os momentos que não esteja vinculado a análises de dados individuais. A combinação de fontes de dados existentes com sensores no chão de fábrica pode fornecer benefícios significativos. A integração dos sistemas PLM, ERP e MES fornece um panorama abrangente que cria visibilidade em relação ao status quo. Além disso, abordagens e aplicativos modulares podem ajudar a construir uma única fonte de dados “da verdade” (SCHUH *et al.*, 2017).

Haddara e Elragal (2015) mencionam que o principal fator crítico de sucesso, da nova geração de Sistemas ERP para esse ambiente de fábrica do futuro (FoF) ou Indústria 4.0, é a capacidade de predição, ou seja, pelos dados históricos e pelos dados atuais realizar análises comparativas e propor caminhos de solução reativos rápidos, de uma forma “smart”.

Para Stojkić, Veža; e Bošnjak (2016) no caminho para a produção do futuro com os sistemas ERP existentes, existem enormes barreiras. Os sistemas ERP continuarão a ser a espinha dorsal da empresa, mas as soluções existentes precisam ser desenvolvidas desde o início visando funcionalidades diferenciadas para uma próxima geração.

Esses mesmos autores destacam que esses sistemas ERP da próxima geração deverão ter as seguintes características:

- Criar um ambiente para tomada de decisão: deve fornecer informações aos usuários finais por meio de *tablets* e telefones celulares. Esses benefícios e melhorias aumentarão a produtividade e ajudarão os funcionários a usar totalmente o poder dos sistemas ERP;
- A tecnologia incorporada de análise de Big Data deve permitir análises automatizadas de grandes quantidades de informações não estruturadas e diferentes, reunidas em tempo real a partir de processos de negócios;

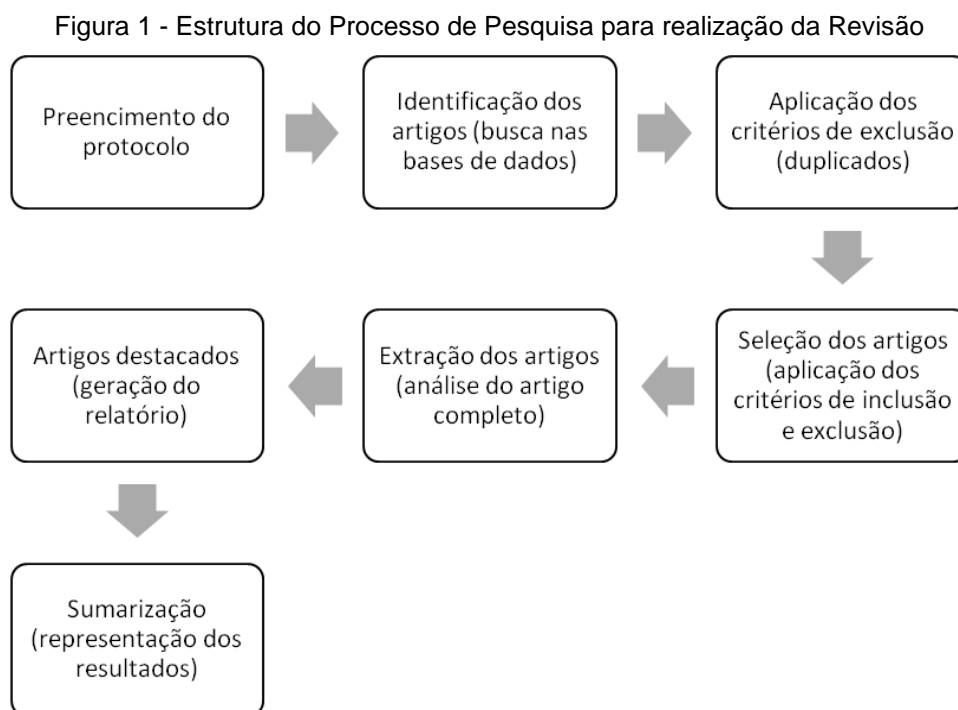
- Fornecer funcionalidade como um aplicativo virtual que permitirá que empresas e seus parceiros façam negócios em tempo real por meio de uma cadeia de valor inteligente;
- Integração com redes sociais para facilitar o encaminhamento mais rápido das informações para os usuários finais.

2. Metodologia

Para realizar a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foi utilizado como auxílio o software State Of The Art Through Systematic Review (StArt).

Portando, para o desenvolvimento da RSL, é necessário cumprir corretamente com algumas etapas de execução do software StArt.

No entanto, na Figura 1 são apresentadas as 7 etapas essenciais para o desenvolvimento da RSL no StArt.



Fonte – Autoria Própria

Utilizando como suporte o software StArt, o protocolo de pesquisa foi a etapa inicial para a realização da RSL.

O protocolo teve como objetivo principal manter o pesquisador orientado durante a execução da pesquisa apresentando os critérios de planejamento, com isso, é evidente que, ele deve ser bem elaborado para se obter um bom resultado final da revisão.

No Quadro 1 é apresentado o preenchimento do protocolo de pesquisa utilizado para realizar esta RSL.

Quadro 1 – Protocolo de Pesquisa

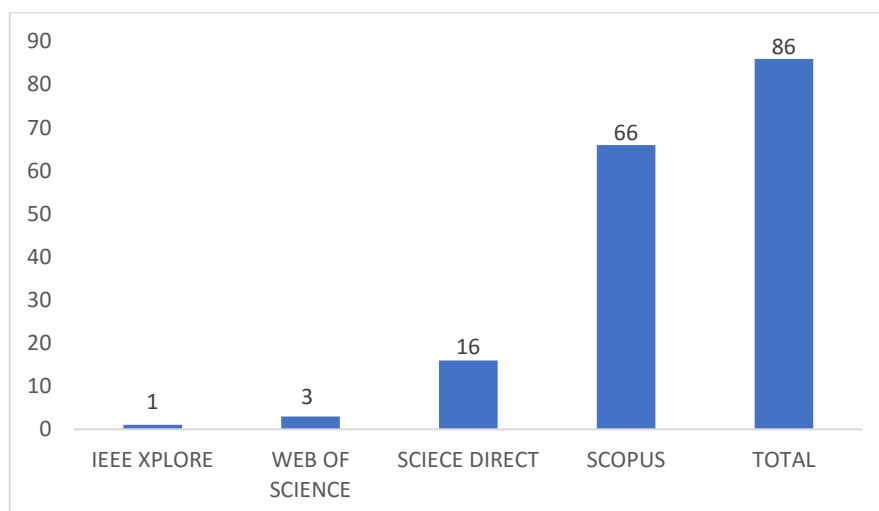
REQUISITOS	DEFINIÇÃO
Objetivos	Este trabalho tem por objetivo desenvolver uma revisão sistemática da literatura compreendendo o período de 2009 a 2019 sobre Sistemas ERP no contexto da indústria 4.0 buscando achados, tendências e suas aplicações.
Questão principal	Como os Sistemas ERP estão se preparando para a Indústria 4.0?
Palavras chaves	ERP, Fábrica inteligente, Indústria 4.0, Manufatura inteligente, RLS
Definição de critérios de seleção da origem dos estudos	Base de dados que mais publica sobre o tema de Sistemas ERP no contexto da indústria 4.0
Idiomas	Inglês, Português
Método de busca dos estudos primários	Busca no Portal CAPES com as combinações das palavras chaves da pesquisa as bases de dados que mais publica sobre o tema de Sistemas ERP no contexto da indústria 4.0, e posteriormente realizar a seleção dos artigos em cada base de dados escolhido
Base de dados utilizadas	Scopus, IEEE Xplore, Science Direct, Web of Science,
Critérios de seleção	Inclusão: Artigos e revistas, Acesso aberto, Idioma inglês ou português, publicado entre os anos de 2009 a 2019, artigo atende os requisitos da pesquisa e que relaciona com o tema da pesquisa. Exclusão: Duplicados, Livros e teses, Acesso bloqueado, publicado fora dos anos de 2009 a 2019, idiomas sem ser inglês ou português, não contenha nem no título, resumo ou nas palavras chaves as palavras contida nas strings de busca, não relaciona com o tema da pesquisa e não atende os requisitos da pesquisa
Definição dos tipos de estudos	Estudos conceituais e Práticos: Revisão Bibliográfica, Bibliométrica e Sistemática da Literatura, Exemplo de Aplicações, Estudo de Caso e Aplicações do Tema Pesquisado.
Seleção inicial dos estudos	1° - Seleção dos artigos entre os anos de 2009 a 2019, 2° - Seleção dos artigos a partir da leitura do título, palavras chaves e resumo, 3° - Seleção dos artigos a partir da leitura do título, palavras chaves, resumo, introdução e conclusão
Campo do formulário de qualidade	Relação do artigo com o tema pesquisado: Alta, Média, Baixa, Nenhuma. Importância do artigo: Muito importante, Importante, Pouco importante, Nada importante
Campo do formulário dos dados de extração	Tendência do ERP para indústria 4.0: Sistema físico cibernético, Internet das coisas, Fábrica inteligente, Computação em nuvem, Internet de serviço, Segurança cibernética. Tipo de pesquisa: Conceitual, Estudo de caso, Simulação, Experimental, Protótipo, Aplicação

Fonte: Autoria Própria com base no (Start)

De acordo com o protocolo de pesquisa, foram escolhidas 4 bases de dados mais relevantes para buscas dos artigos, combinando-se as palavras chaves nos filtros de buscas de identificação dos artigos.

Essas combinações também são conhecidas como Strings de pesquisas. Entretanto, na figura 2 é apresentada a quantidade de artigos identificados de cada base de dado, conforme as Strings de pesquisa.

Figura 2 - Identificação dos Artigos



Fonte – Autoria Própria

A partir da Figura 2, foram identificados 86 artigos. Partindo-se desse ponto, foi dado início na seleção dos artigos. Nessa etapa de seleção, foram aplicados basicamente os critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo de pesquisa. Na ordem de aplicação desses critérios, primeiro foram excluídos os artigos duplicados e em seguida os artigos publicados fora do ano de 2009 a 2019. Em outro momento foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão após a leitura do título, palavras chaves e resumo, no que resultou em 25 artigos destacados para análise. Então, na Tabela 1 é apresentada a relação da quantidade de artigos após a aplicação desses critérios.

Tabela 1 - Seleção dos Artigos

Critérios	Exclusão	Inclusão
Duplicados	14	72
Título, palavras chaves e resumo	47	25
Total de artigos selecionados	25 Artigos	

Fonte – Autoria Própria

A extração dos artigos foi realizada a partir da leitura do título, palavras chaves, resumo, introdução e conclusão dos 25 artigos selecionados na etapa anterior, com isso, foram aplicadas nos mesmos os filtros que foram definidos no protocolo de pesquisa no campo de extração, e também foram excluídos alguns artigos que não apresentaram relevância para a pesquisa.

Então, a Tabela 2 apresenta a quantidade de artigos que foram excluídos e incluídos nessa etapa de extração e os artigos destacados para análise.

Tabela 2 - Extração dos Artigos

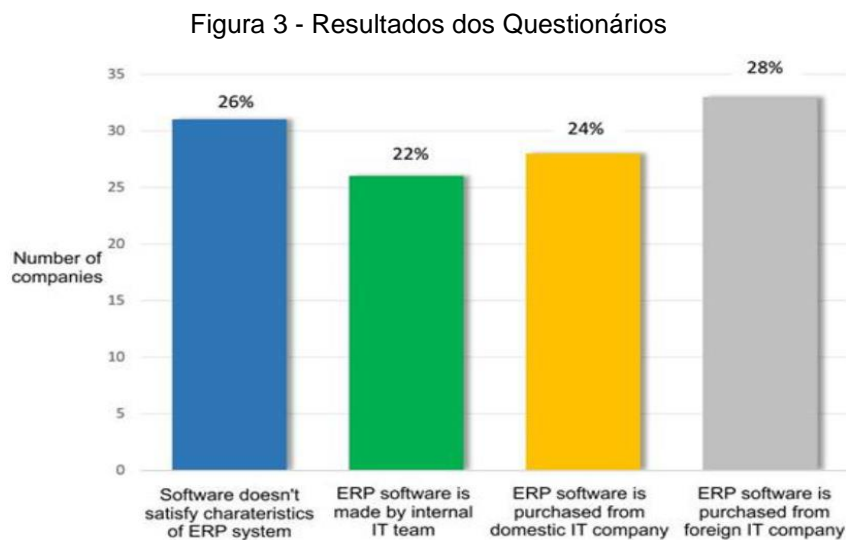
Critérios	Exclusão	Inclusão
Título, palavras chaves, resumo, introdução e conclusão	17	8
Total de artigos destacados para análise	8 Artigos	

Fonte – Autoria Própria

3. Resultados

Com o intuito de aprofundar mais sobre o tema de pesquisa, foi realizada uma análise nos 8 artigos encontrados, buscando-se apresentar os conceitos utilizados pelos autores, para descrever como os sistemas ERP estão sendo remodelados para a integração no cenário da Indústria 4.0.

Stojkic, Veza e Bonsjk (2016), apresentaram em seu trabalho de forma conceitual, a implantação dos sistemas ERP e CRM nas empresas da Croácia, Bósnia e Herzegovina, de acordo com as exigências da Indústria 4.0. Inicialmente, os autores apresentaram as respectivas revoluções industriais e suas passagens, e também, uma visão geral dos conceitos da Indústria 4.0, e sucintamente suas tecnologias habilitadoras. Com o intuito de saber o estado atual das empresas croatas, os autores elaboraram um questionário, e encaminharam para 1936 empresas, mas somente 136 responderam. Portanto, na figura 3 são apresentados os resultados das perguntas realizadas para as empresas sobre os sistemas ERP.



Fonte: *Stojkic, Veza e Bonsjk (2016)*

Os autores também apresentaram em outra parte de sua pesquisa, uma visão geral dos sistemas ERP, seus significados, objetivos e vantagens do sistema dentro de uma organização, e juntamente a esse assunto, também trouxeram um conceito e método de implantação de sistemas integrados para empresas descrevendo as etapas de implantações. E no final de seu trabalho, Stojkic, Veza e Bonsjk (2015), expuseram sobre a função dos sistemas ERP para alcançar e atender os requisitos da Indústria 4.0. De acordo com os autores, os sistemas ERP é basicamente um sistema de execução de transações diárias de diversos níveis de gestão, então as empresas do futuro necessitarão desses sistemas para sua existência, mas para isso, terão muitas barreiras a serem superadas, para alcançarem os novos cenários da Indústria 4.0, cujo conceito de integração é bastante verificado.

Já Haddara e Elragal (2015) descrevem em seu trabalho a prontidão dos sistemas ERP para a fábrica do futuro (FoF), por intermédio da realização de entrevistas com fornecedores desses sistemas de gerenciamento. Seu método de pesquisa, foi baseado

somente em entrevistas com profissionais capacitados sendo que, primeiramente, foram entrevistados fornecedores de sistemas ERP, e também, ouvidos profissionais de empresas que tinham profundo conhecimento sobre as tecnologias ERP. Na Tabela 3 são apresentadas algumas informações das empresas que foram entrevistadas.

Tabela 3 - Informações das Empresas Entrevistadas

Informantes	Organizações	Segmentos	Entrevista
Gerente de TI	Empresa 1 (Média)	Alimentos	55 Minutos
Gerente de TI	Empresa 2 (Grande)	Eletrodoméstico	60 Minutos
Chefe de Seção de Aplicativos	Empresa 3 (Grande)	Alimentos	32 Minutos
Gerente de SI	Empresa 3		49 Minutos
Consultor Sênior de ERP	Implementação	Implementação	28 Minutos
Consultor Junior de ERP	Implementação	Implementação	25 Minutos
Consultor de Investimento em Tecnologias Independentes		Conselheiro de Organizações	67 Minutos
Gerente Territorial ERP/EPM	Fornecedor 1	Fornecedor de ERP	53 Minutos
Líder em Estratégia e Desenvolvimento de Vendas ERP	Fornecedor 1		49 Minutos
Chefe Gerente de Operações	Fornecedor 2	Fornecedor ERP	60 Minutos

Fonte: *Haddara e Elragal (2015)*

Os autores também apresentaram os resultados das entrevistas dos envolvidos das pesquisas, sendo que, para os fornecedores de sistemas, acredita-se que os sistemas ERP e SAP estão prontos para a fábrica do futuro, e NetWeaver está pronta para fornecer interface entre máquinas e sistema. Já para algumas organizações, relataram que os sistemas ERP apresentam algumas preocupações quando se trata de integração de sistema, dizendo que atualmente os sistemas podem estar preparados somente para automação, e que para fábrica do futuro, poderá ser necessário a utilização de módulo extra para fazer integração de sistemas ERP e máquinas, quando se trata de diferentes tipos de máquinas na linha de produção com diferentes propósitos de funcionamento. E em sua conclusão da pesquisa, os mesmos descrevem que os sistemas ERP são considerados como a espinha dorsal para a fábrica do futuro, em seus resultados demonstraram que muitos deles encontram-se atualmente prontos tecnologicamente e operacionalmente para receber o novo cenário da Indústria 4.0, pois não existe um padrão e protocolo unificado. Porém, o único desafio encontrado neste contexto, é somente a integração de sistema ERP e máquinas, mesmo que as máquinas sejam equipadas para a fábrica do futuro, as mesmas não apresentam uma padronização de comunicação para fazer a integração entre sistemas e máquinas, dificultando os processos básicos da fábrica do futuro.

Hamdi, Abouabdellah e Oudani (2018), também realizaram uma pesquisa do tipo conceitual, para relatar a interação dos sistemas ERP com Indústria 4.0. Iniciaram seu trabalho com uma abordagem teórica dos conceitos da Indústria 4.0, e consecutivamente descrevem claramente as características dos sistemas ERP e seus significados dentro de uma corporação. Segundos os autores, os sistemas ERP tem como objetivo integrar vários sistemas existentes dentro de uma empresa, fazendo que facilite a comunicação entre os setores. O ERP é responsável por receber os dados de vários setores constituintes da empresa, realizar o processamento dos mesmos, e fornecer de forma clara e dinâmica para os usuários, em tempo real, as principais informações dos processos de gestão. Na figura 4 é apresentado um exemplo do objetivo de integração dos sistemas ERP dentro da empresa.

Figura 4 – Principais Funções dos Sistemas ERP dentro de um negócio

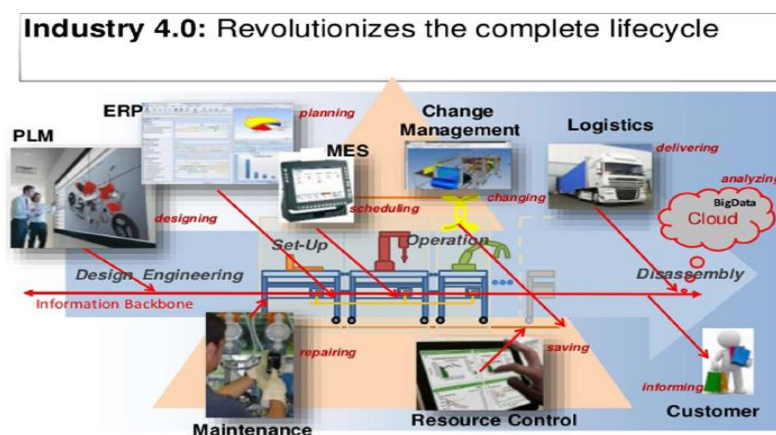


Fonte: Hamdi, Abouabdellah e Oudani (2018)

Os autores também relatam que, a junção das tecnologias da Indústria 4.0 servirá como apoio para funcionamento adequado dos sistemas ERP. Com máquinas e ferramentas conectadas em rede, é possível coletar, processar e analisar, grande quantidade de dados ao mesmo tempo. A inteligência artificial, também terá seu papel fundamental para o ERP, com esse conceito, as máquinas ou ferramentas inteligentes, serão capazes de se auto-alimentar e interagir com outras máquinas remotamente e fornecer informações para os usuários em tempo real.

Para Oztemel e Gursev (2018), ERP é um Software que auxilia as empresas a reunir todas as informações dos processos executados em uma empresa, podendo ser feita desde a gestão de estoques movimentado pelo setor de compras, até os produtos acabados pelo setor de vendas/expedição. A utilização do ERP é basicamente a inserção de parâmetros no início de um processo, e ao logo de sua execução são transformados em informações para serem processadas em diferentes setores. Na figura 5 são apresentadas as interações dos sistemas ERP com a Indústria 4.0. Observa-se que nessa figura 5 todos os componentes acima da linha vermelha, são sistemas que operam de forma integrada e, conseqüentemente, para o funcionamento adequado, são componentes equipados com tecnologias de comunicação da Indústria 4.0.

Figura 5 - Processo ERP para Indústria 4.0



Fonte: Oztemel e Gursev (2018)

Outro artigo que também foi analisado para incrementar sobre a preparação dos sistemas ERP para a Indústria 4.0, é a pesquisa de Josef Basl (2018). O objetivo de sua pesquisa foi apresentar um estudo no Centro-Europeu, sobre a implantação dos princípios da Indústria 4.0 no ERP, seus resultados foram apresentados de forma quantitativa, com o intuito de responder às seguintes questões:

- 1 - Os fornecedores de ERP já integraram os novos princípios da Indústria 4.0 em seus produtos?
- 2 - Os fornecedores de ERP já têm sua própria estratégia da Indústria 4.0?
- 3 - As principais tendências da Indústria 4.0 já estão integradas no atual fornecedor de produtos e serviços de ERP ou são planejados para os próximos 2 ou 5 anos?

Seu método de pesquisa foi totalmente teórico-conceitual. Inicialmente, o autor fez uma breve descrição teórica sobre a relação de internet das coisas (IoT) para o desenvolvimento do sistema ERP, e logo em seguida, foram apresentados seus resultados. Segundo o autor, a estratégia dos fornecedores de sistemas ERP é a integração dos conceitos da Indústria 4.0 em aplicativos do ERP. Na Tabela 4 são apresentados os resultados da primeira pergunta de pesquisa do autor, podendo ser observado, pelas respostas, que 80% dos sistemas ERP já estão integrados com os conceitos da Indústria 4.0.

Tabela 4 - Resultado da Primeira Pergunta de Pesquisa do Autor

Integração dos princípios da 4.0 em aplicações empresariais	Já integrado	Plano de integração	Sem Plano de integração
(ERP) Planejamento de recursos empresariais	80%	13%	7%
(MES) Sistema de execução de manufatura	53%	27%	20%
Planejamento avançado e agendamento	53%	27%	20%
Sistema de gerenciamento de armazenagem	53%	27%	20%
Gerenciamento do ciclo de vida do produto	47%	20%	33%
Gestão de relacionamento com o consumidor	53%	27%	20%
Negócios inteligente	40%	20%	40%
Gerenciamento de processos de negócios	33%	20%	47%
Aplicativos	20%	27%	53%

Fonte: Josef Basl (2018)

A Tabela 5 apresenta os resultados da segunda pergunta que é sobre as estratégias dos sistemas ERP para a Indústria 4.0, observando-se que 60% dos fornecedores dos sistemas ERP tem o propósito de alguma estratégia para Indústria 4.0.

Tabela 51 - Resultado da Segunda Pergunta de Pesquisa do Autor

Estratégia para Indústria 4.0	(%)
Não temos uma estratégia para a indústria 4.0	27
Não temos uma estratégia para a indústria 4.0 agora, mas estamos nos preparando	13
Temos uma estratégia para a indústria 4.0, é uma parte de estratégia de negócios	60
Temos uma estratégia para a indústria 4.0, mas não é uma parte de estratégia de negócios	0

Fonte: Josef Basl (2018)

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da terceira pergunta, que é a integração das tecnologias da Indústria 4.0 nos sistemas ERP, na maioria dos casos, foi apontado que já estão sendo integradas.

Tabela 6 - Resultado da Terceira Pergunta de Pesquisa do Autor

Tendências da indústria 4.0 aplicado na empresa	Já usado	Planejamento para ser usado nos próximos 2 anos	Planejamento para ser usado nos próximos 5 anos	Sem planejamento para ser usado
Dispositivos móveis	73%	0%	20%	7%
Computação em nuvem	73%	0%	0%	27%
Big data	60%	7%	20%	13%
Internet industrial das coisas	47%	13%	33%	7%
Produção digital	40%	0%	20%	40%
Manufatura aditiva	40%	0%	13%	57%
Segurança cibernética de dados	33%	0%	33%	33%
Vestíveis (Óculos, Relógios..)	27%	7%	27%	53%
Trazer seu próprio dispositivo	20%	13%	20%	47%
Controle de voz	27%	20%	20%	33%

Fonte: *Josef Basl* (2018)

4. Conclusão

O objetivo principal desse trabalho foi analisar o estado atual dos Sistemas ERP no contexto da Indústria 4.0 por meio do método de revisão sistemática da literatura (R.L.S.), buscando-se achados, tendências e suas aplicações, porém, pouca literatura cruzando diretamente esses dois temas foi encontrada. De um montante de 86 artigos iniciais chegou-se a 8 artigos relevantes e com relação direta ao tema pesquisado.

Conclui-se, a partir desse conjunto limitado de artigos encontrados, que os sistemas ERP no contexto da Indústria 4.0 ainda é um tema com poucas evoluções em termos de publicações científicas. Isso dificulta o entendimento detalhado de como os fornecedores dos sistemas ERP estão se preparando para a chegada da fábrica do futuro. Além do que, foram observados alguns *déficits* das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 nesse contexto.

O que se entende com as publicações internacionais, é que, o sistema ERP no contexto da Indústria 4.0, afetam positivamente os sistemas de comunicações dos setores da empresa, com isso, além do objetivo de integrar todos os sistemas também há o propósito de manter outros sistemas de funcionamento de cada setor. Posto isto, tanto a integração será ainda mais necessária e exigida, bem como a possibilidade de se conectar com qualquer outro recurso, dispositivo, máquina ou equipamento que tenha alguma forma de sensor ou processador. Assim, os sistemas ERP deverão coletar os dados de todos os setores, ou pelas máquinas, ferramentas e robôs conectados à internet, e distribuir os dados processados de forma transparente e dinâmica para todos os setores, envolvidos e com interesse de agilizar a gestão da empresa como um todo.

Também foram observados alguns desafios dos sistemas ERP no contexto da Indústria 4.0, como integração do sistema com interface de comunicação entre máquinas. Segundo as empresas que foram utilizadas como meio de pesquisa nos artigos analisados, os sistemas ERP ainda se encontram em fase de desenvolvimento para o cenário da Indústria 4.0 no sentido da preparação para automação inteligente, diagnósticos rápidos e caminhos de solução autônomos. Por outro, os fornecedores de sistemas ERP, relatam que seus sistemas já se encontram totalmente capacitados para atuar na Indústria 4.0.

Enfim, há muito ainda o que explorar nesse novo ambiente e o que está publicado até o momento são investigações preliminares e ainda carecem de maiores experimentações, testes e acompanhamentos do desempenho dos sistemas produtivos nesse novo contexto.

5. Referências

ACATECH (2013). **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.** April/2013.

BRASIL (2014). Ministério das comunicações. *Portaria n° 1.420, de 8 de outubro de 2014.* Disponível em:

http://www.lexeditora.com.br/legis_26044825_PORTARIA_N_1420_DE_8_DE_OUTUBRO_DE_2014.aspx Acesso em: 26/02/2018.

CNI (2016). Desafios para Indústria 4.0 no Brasil. Confederação Nacional da Indústria. Disponível em:

<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/> Acesso em: 10/11/2017.

EUA (2014). **Accelerating U.S. advanced manufacturing. Report to the President. out.2014.** Disponível em:

http://www.participa.br/articles/public/0026/8308/amp20_report_final.pdf. Acesso em: 26/02/2018.

GTAI (2014). **Industrie 4.0: smart manufacturing for the future. jul. 2014.** GERMANY TRADE & INVEST. Disponível em: http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf Acesso em: 09/11/2017.

HADDARA, M.; ELRAGAL, A. (2015). **The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future.** *Procedia Computer Science*, V. 64, p. 721 – 728.

HAMDJ Sarah, ABOUABDELLAH Abdellah, OUDANI Mustapha (2018). **Disposition of Moroccan SME Manufacturers to Industry 4.0 with the implementation of ERP as a first step.** *Sixth International Conference on Enterprise Systems*, p. 0-7, 2018.

RODRIGUES, L.F.; JESUS, R.A.; SCHÜTZER, K. (2016). **Industrie 4.0 – uma revisão da literatura.** *Revista de Ciência & Tecnologia* • v. 19, n. 38, p. 33-45 • 2016.

RUAS, T. L.; PEREIRA, L. (2014). Como construir indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação usando Web of Science, Derwent World Patent Index, Bibexcel e Pajek? **Perspectivas em Ciência da Informação.** Escola de Ciência da Informação da UFMG, Belo Horizonte, 2014.

SCHUH, G., Anderl, R., Gausemeier J., ten Hompel, M., Wahlster, W. (Eds.): *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (ACATECH STUDY)*, Munich: Herbert Utz Verlag, 2017.

STOJKIĆ, Z.; VEŽA, I.; E BOŠNJAK, I. (2016). A concept of information system implementation (CRM and ERP) within Industry 4.0. **In: Proceedings 26TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT MANUFACTURING AND AUTOMATION.**

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica – PIBITI, que financiou esta pesquisa.