

SAÚDE 4.0: APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO SETOR DE SAÚDE

HEALTH 4.0: APPLICATION OF INDUSTRY 4.0 CONCEPTS IN THE HEALTH SECTOR

SALUD 4.0: APLICACIÓN DE CONCEPTOS DE INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR SALUD

Josiano Sousa

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
josianocesar@hotmail.com



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Creative Commons Attribution License

RESUMO

Os conceitos da indústria 4.0 surgiram em 2011 na Alemanha e, desde então, vêm despertando interesse de pesquisa em todo o mundo. No entanto, muitos dos conceitos da Indústria 4.0 apresentam uma abordagem direcionada apenas ao setor de manufatura, ignorando sua aplicação ao setor de serviços. Com o objetivo de analisar como os conceitos da indústria 4.0 estão presentes no setor de serviços de saúde, o presente artigo foi elaborado através de uma revisão bibliométrica, realizada a partir de 347 artigos da base de dados Scopus. Como principais resultados, foram elaboradas tabelas e mapas conceituais com utilização dos softwares Atlas TI e VOSviewer, que permitem visualizar os principais países, autores e palavras chaves das publicações encontradas. Constatou-se ainda que o advento da indústria 4.0 introduziu a aplicação de conceitos como: Internet das Coisas, Big Data, Computação em Nuvem, Sistemas Ciber Físicos, Digitalização, Trabalho Inteligente, Customização em Massa e Automação de Processos e que, embora uma parte da literatura ainda não tenha feito esta associação, estes conceitos também estão presentes no setor de serviços e são perfeitamente aplicáveis ao setor de saúde. Ao final, o artigo apresenta suas limitações e as contribuições acadêmicas e gerenciais.

Palavras chave: Saúde 4.0, Indústria 4.0, Setor de Saúde.

ABSTRACT

The concepts of Industry 4.0 emerged in 2011 in Germany and since then have been attracting research interest around the world. However, many of the Industry 4.0 concepts present an approach focused exclusively on the manufacturing sector, ignoring their application to the service sector. In order to analyze how the concepts of industry 4.0 are present in the health services sector, this article was prepared through a bibliometric review, based on 347 articles from the Scopus database. As main results, conceptual frameworks and maps were prepared using Atlas TI and VOSviewer software, which allow viewing the main countries, authors and keywords of the publications found. It was also found that the advent of industry 4.0 introduced the application of concepts such as: Internet of Things, Big Data, Cloud Computing, Cyber-Physical Systems, Digitization, Intelligent Work, Mass Customization and Process Automation and that, although it does part of the literature has not yet made this association, these concepts are also present in the service sector and are perfectly applicable to the health sector. At the end, the article presents its limitations and academic and business contributions.

Keywords: Health 4.0, Industry 4.0, Health Sector.

RESUMEN

Los conceptos de Industria 4.0 surgieron en 2011 en Alemania y, desde entonces, han ido despertando el interés de la investigación en todo el mundo. Sin embargo, muchos de los conceptos de Industria 4.0 presentan un enfoque dirigido únicamente al sector manufacturero, ignorando su aplicación al sector servicios. Con el fin de analizar cómo los conceptos de industria 4.0 están presentes en el sector de servicios de salud, este artículo fue elaborado a través de una revisión bibliométrica, realizada a partir de 347 artículos de la base de datos Scopus. Como principales resultados se elaboraron tablas y mapas conceptuales utilizando el software Atlas TI y VOSviewer, que permiten visualizar los principales países, autores y palabras clave de las publicaciones encontradas. También se encontró que el advenimiento de la industria 4.0 introdujo la aplicación de conceptos como: Internet de las Cosas, Big Data, Computación en la Nube, Sistemas Ciber-Físicos, Digitalización, Trabajo Inteligente, Personalización Masiva y Automatización de Procesos y que, aunque forma parte de de la literatura aún no ha realizado esta asociación, estos conceptos también están presentes en el sector servicios y son perfectamente aplicables al sector salud. Al final, el artículo presenta sus limitaciones y aportes académicos y gerenciales.

Palabras clave: Salud 4.0, Industria 4.0, Sector de la Salud.

INTRODUÇÃO

A evolução dos processos de automação industrial observada ao longo da história teve início com a primeira revolução industrial, ocorrida no final do século XVII, através da utilização do vapor como força motriz. Já a segunda revolução industrial, observada no início do século XX, teve como ponto principal o desenvolvimento da produção em massa e a utilização da energia elétrica. E, a terceira revolução industrial, observada na década de 1970, proporcionou a automação da produção por meio da eletrônica e da utilização da internet (Steele, 2013; Yang, 2017).

No início do século XXI, mais precisamente no ano de 2011, surge, na Alemanha, um novo episódio, que literatura está tratando como a quarta revolução industrial, sob o conceito de Indústria 4.0 (Roblek *et al*, 2016; Vogel-Heuser & Hess, 2016) e que foi fruto de um processo de desenvolvimento de novas tecnologias observadas desde a 1ª Revolução Industrial (Indústria 1.0), até a recente 4ª Revolução Industrial (Indústria 4.0).

Os propósitos desta nova revolução industrial são a elevação da eficiência operacional e da produtividade, através de melhorias no nível de automação (Thames & Schaefer, 2016), da digitalização, personalização da produção, interação homem-máquina (IHM), troca automática de dados e comunicação (Posada *et al*, 2015; Roblek *et al* 2016).

A motivação para a elaboração deste artigo deve-se em função da crescente busca para entender a evolução dos conceitos do tema Indústria 4.0, que começou a chamar a atenção no ano de 2014, quando foram observadas 461 citações sobre o tema, contra apenas uma citação no ano de 2013 (Yang, 2017). Apesar de muitas publicações recentes sobre o tema, o mesmo ainda carece de uniformização.

Observam-se, ainda, aplicações das ideias centrais da indústria 4.0 em setores diversos, tais como: manufatura (Albertin *et al*, 2017; Chen & Xing, 2015; Lee, *et al*, 2014; Veit, 2018), gestão da cadeia de suprimentos (Ivanov *et al*, 2016), indústria automotiva (Gruber, 2013) e aplicações na área da saúde (Steele, 2013; Alex *et al*, 2016; IHTT, 2013; Mittelstadt, 2017; Riazul *et al*, 2015; Talpur, 2013). Neste contexto, a área de serviços de saúde pode se beneficiar de aspectos como: O avanço da tecnologia (Riazul *et al*, 2015), computação sem fio, internet das coisas relacionadas ao setor de saúde (H-IoT) (Mittelstadt, 2017) e os espaços Cyber-Físicos (Shin *et al*, 2018).

Considerando a relevância e a necessidade de uniformização do entendimento dos conceitos afetos à indústria 4.0 (Steele, 2013; Yang, 2017; Roblek *et al*, 2016; Vogel-Heuser & Hess, 2016) e a potencial aplicação desses conceitos no setor de serviços de saúde (Steele, 2013, Alex *et al*, 2016; IHTT, 2013; Mittelstadt, 2017; Riazul *et al*, 2015; Talpur, 2013), este artigo tem por objetivo analisar como os conceitos da indústria 4.0 estão presentes no setor de serviços de saúde.

Os resultados serão apresentados por meio de tabelas e mapas conceituais, gerados com a utilização de softwares como o Atlas TI e VOSviewer, sinalizando como a literatura atual está a abordar o assunto. Como principal contribuição, o artigo busca mostrar que a aplicação dos conceitos da Indústria 4.0 pode contribuir para o desenvolvimento de melhorias no setor de serviços de saúde.

REFERENCIAL TEÓRICO

Indústria 4.0

Na literatura atual, vários estudiosos (Yang, 2017; Albertin *et al*, 2017; Talpur, 2013; Kagermann *et al* 2013; Hermann *et al*, 2016) têm apresentado conceitos para o termo indústria 4.0. De acordo com Kagermann *et al* (2013) *apud* Yang (2017 p. 4), indústria 4.0 é “a integração de máquinas físicas complexas e dispositivos com sensores em rede e softwares, usados para prever, controlar e panejar melhores negócios e resultados”. Yang, (2017) afirma ainda que Hermann *et al* (2016 p.5) define Indústria 4.0 como “um termo coletivo para tecnologias e conceitos de organização da cadeia de valor.” Segundo Shin *et al* (2018 p.8) “o termo Indústria 4.0 refere-se a uma estratégia de indústrias alemãs

para lidar com uma mudança social, tecnológica, econômica, ecológica e política, usando a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) ativamente”.

Segundo Kagermann *et al.* (2013) *apud* Albertin *et al.* (2017 p. 5), a indústria 4.0 é “uma realidade em que as redes globais são estabelecidas pelas empresas sob a forma de Sistemas Físico-Cibernéticos (CPS—*Cyber-Physical Systems*) que incorporam máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção que são capazes de trocar informação e cooperar de forma autônoma através da Internet das Coisas (*IoT - Internet of Things*) desencadeando ações e controlando uns aos outros de forma independente”.

As principais características da Indústria 4.0 são a automação, a digitalização de processos e o uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) (Roblek, *et al.*, 2016) de modo a promover inovações disruptivas em processos, negócios e na cadeia de suprimentos (Schmidt *et al.*, 2015).

Schin, *et al.* (2018) afirmam que, devido ao envelhecimento da população economicamente ativa nas economias industrializadas, as indústrias estão perdendo mão-de-obra qualificada e isso está afetando a produtividade do trabalho, causando diminuição da produção e que a Indústria 4.0 surgiu de modo a contribuir para que a evolução da fabricação venha a complementar a competitividade futura.

A Indústria 4.0 tem por objetivo criar um ambiente de fabricação inteligente através da utilização e integração de TIC's como a Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem, Big Data e realidade virtual, para alcançar níveis ideais de produção e operação (Shin, *et al.*, 2018). A integração de tecnologias contribuirá para a otimização de recursos no processo de fabricação, permitindo melhorar o desempenho das empresas (Roblek *et al.*, 2016; Gruber, 2013; Vijaykumar *et al.*, 2015; Wan *et al.*, 2016). Ao mesmo tempo, esta integração também contribuirá para estabelecer um sistema de produção que permitirá a colaboração contínua através da extensão do conceito de fábrica inteligente. Obter Fábricas inteligentes é um dos principais objetivos da indústria 4.0 (Sanders *et al.*, 2016). Para que produtos inteligentes possam ser fabricados, eles precisam ser desenvolvidos utilizando tecnologia de última geração e utilizar estratégias que, muitas vezes, integram processos físicos e digitais (Schmidt *et al.*, 2015).

O desenvolvimento da indústria 4.0 proporcionou o surgimento de novas tecnologias integrativas (Roblek *et al.*, 2016; Sanders *et al.*, 2016; Oses *et al.*, 2010; Rüßmann *et al.*, 2015) e tem estreita relação com o desenvolvimento da Internet das Coisas - IoT (Steele, 2013) e dos Sistemas Cyber-Físicos - CPS (Shin *et al.*, 2018), atuando como uma maneira para promover uma ligação entre o mundo físico e o mundo digital através de dispositivos tecnológicos que permitam o gerenciamento em tempo real, utilizando também o conceito de fabricação inteligente (Chen & Xing, 2015; Ivanov *et al.*, 2016; Rüßmann *et al.*, 2015; Pisching *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2016).

Armazenamento e integração de computação em nuvem (*Cloud Computing*) (Kagermann *et al.* 2013; Trappey, *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2013), personalização em massa, Big Data, TIC, IoT, CPS, (Roblek *et al.*, 2016; Albertin *et al.*, 2017; Shin *et al.*, 2018; Schmidt *et al.*, 2015; Thoben *et al.*, 2014), arquiteturas orientadas a serviços (SOA) (Trappey, *et al.*, 2016), manufatura aditiva (Veit, 2018; Frazier, 2014), realidade aumentada (Veit, 2018), Interação Homem-Máquina (Szozda, 2017), interoperabilidade (Lu, 2017), simulação computacional e robôs autônomos (Albertin *et al.*, 2017) são alguns dos conceitos utilizados na indústria 4.0 que, por sua vez, é um processo de integração para a produção inteligente (Schlechtendahl *et al.*, 2015).

“Na literatura, o termo Indústria 4.0 é usado para representar uma mudança profunda em muitos setores: desde a fabricação até Health Care. [...] Sua difusão disruptiva é devido a várias tecnologias facilitadoras [...] capazes de criar valor durante todo o ciclo de vida do produto, processo ou serviço” (Arcidiacono & Alessandra, 2018).

Novas tecnologias no setor de saúde

O setor de saúde ou sistema de saúde pode ser entendido como uma organização de instituições médicas, usuários, profissionais e equipamentos para ofertar serviços, visando atender a necessidade de

saúde dos usuários (Sreekanth & Nitha, 2016), constituindo-se um setor tradicional e com muitos problemas relacionados à produtividade.

O sistema de saúde é uma divisão integrada e harmoniosa, relativamente complexa, que envolve pessoal, médicos e layout do sistema, em atividades relativamente instáveis, que exige cooperação para a realização de cuidados com a vida humana (Talpur, 2013), sendo o que o diferencia das demais empresas.

Entre as características do setor de saúde, o tratamento rápido e adequado do fluxo de informações, constitui um grande diferencial para melhorar a agilidade e o resultado dos atendimentos. Os avanços tecnológicos proporcionaram o surgimento de oportunidades para melhorar o atual estado do sistema de saúde, oferecendo um serviço mais personalizado (Sreekanth & Nitha, 2016).

O conceito de sistema de saúde sem fio (Sreekanth & Nitha, 2016) e o recente crescimento da utilização de dispositivos móveis têm um potencial para permitir uma nova geração de sistemas de informação de saúde como ferramenta para captura de dados de saúde individual, acompanhamento e *feedback* (Steele, 2013), constituindo uma tendência na área de saúde.

Atualmente, softwares e dispositivos portáteis estão sendo amplamente inseridos neste setor para oferecer cuidados de saúde de maneira contínua, através de monitoramento de parâmetros e para dar suporte a um novo sistema de saúde, constituindo uma paisagem de tecnologia emergente, baseado, principalmente, no potencial da Internet das Coisas – IoT (Sreekanth & Nitha, 2016) e de seu potencial de contribuição para o setor de saúde.

O conceito de internet das coisas, que se tornou popular no ano de 1999, constitui uma rede que incorpora objetos físicos e eletrônicos permitindo uma interconexão através de infraestrutura de rede, contribuiu para inúmeros avanços e está revolucionando o setor de saúde (Alex *et al*, 2016). Em face do exposto, esses conceitos, que foram massificados com o advento da indústria 4.0 estão causando uma grande revolução no setor de saúde em todo o mundo.

Conceitos da indústria 4.0 aplicáveis ao setor de saúde

O avanço da tecnologia fez surgir uma tendência no setor de saúde de transferir algumas rotinas e serviços de saúde do hospital para o ambiente doméstico, gerando redução de despesa para o hospital e de custo para o paciente (Riazul *et al*, 2015). “A conjunção de computação sem fio, acesso à internet onipresente e a miniaturização de sensores abriu a porta para aplicações tecnológicas que podem monitorar a saúde e bem-estar fora dos sistemas formais de saúde” (Mittelstadt, 2017).

Assim como a aplicação dos conceitos da indústria 4.0 está causando uma verdadeira revolução em todo o mundo no setor de manufatura e o setor de saúde também estão sendo impactados por esta revolução, principalmente quando faz uso conjunto destes conceitos com as possibilidades identificadas pelo uso da Internet das Coisas (IoT), o que fez surgir o conceito de Internet das coisas relacionadas ao setor de saúde - H-IoT (Mittelstadt, 2017). Alguns dos conceitos mais importantes, que surgiram neste cenário, ou contribuíram para o seu desenvolvimento, são apresentados a seguir:

2.3.1 Internet das Coisas (IoT)

Termo utilizado inicialmente por Kevin Ashton, em 1999, com o objetivo de integrar objetos físicos e virtuais, através de conexão em rede, permitindo a coleta, troca e armazenagem de dados, para gerar informações “que possam otimizar o relacionamento entre humanos com objetos e máquinas” (Albertin *et al*, 2017), sendo uma das grandes responsáveis pelo início da 4ª. Revolução industrial.

2.3.2 Cyber-Physical Systems (CPS)

Outro conceito que também foi desenvolvido antes dos conceitos de indústria 4.0 e que deu suporte para o desenvolvimento das novas tecnologias utilizadas na 4ª Revolução Industrial foi o conceito de Cyber-Physical Systems – CPS. O conceito foi introduzido por Helen Gill no *National Science Foundation* nos Estados Unidos no ano de 2006 (Gill, 2008). Segundo Lee (2014) “Cyber-Physical Systems (CPS) é definida como tecnologias transformadoras para o gerenciamento de sistemas

interligados entre os seus ativos físicos e capacidades computacionais”. Ainda segundo Lee (2014) “CPS pode ser desenvolvido para o gerenciamento de grandes volumes de dados e alavancar a interconectividade de máquinas para atingir a meta de máquinas inteligentes, resilientes e auto-adaptável”. O CPS pode ser utilizado para promover uma interface entre uma nova tecnologia e uma tecnologia existente (Shin, 2018).

2.3.2 Realidade Aumentada

Tecnologia que “surgiu para revolucionar a maneira como os seres humanos interagem com as máquinas” (Albertin *et al*, 2017), fazendo “uma imersão total do usuário dentro de um ambiente sintético e permite ao usuário ver o mundo real com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real” (Albertin *et al*, 2017).

2.3.3 Robôs Autônomos

O conceito de robô autônomo ou colaborativo (Cobots), não é um conceito novo, uma vez que robôs já vinham sendo utilizados na indústria de manufatura, mas, na indústria 4.0 eles ganham habilidades além dos seus antecessores, eles estão se tornando mais autônomos, flexíveis e cooperativos, reduzindo barreiras e permitindo a automação, em áreas anteriormente consideradas muito complexas ou inacessíveis (Albertin *et al*, 2017).

2.3.4 Simulação computacional

É uma técnica para resolução de problemas, que permite uma rápida inovação em produtos e serviços por meio da criação de modelos virtuais ou da imitação de uma operação, um processo ou um sistema da vida real, que utiliza *softwares* de simulação e podem desenvolver protótipos virtuais, permitindo implementar alterações nos produtos de forma flexível. (Albertin *et al*, 2017).

2.3.5 Manufatura Aditiva

É um processo de unir materiais para fazer objetos a partir de informações de um modelo tridimensional, geralmente camada após camada, em oposição às metodologias de manufatura subtrativas. Essa definição de Manufatura Aditiva é aplicável a todas as classes de materiais, incluindo metais, cerâmicas, polímeros, compósitos e sistemas biológicos. Também é conhecida como fabricação rápida ou prototipagem rápida, criando a forma final por meio da adição de materiais. (Frazier, 2014 *apud* Vijaykumar *et al* 2015).

2.3.6 Big Data

A literatura não apresenta uma definição uniforme para o termo Big Data. De acordo com IHTT (2013 p.4) esse conceito pode ser entendido como “grandes volumes dados de alta velocidade, complexos e variáveis que exigem técnicas e tecnologias avançadas para permitir a captura, armazenamento, distribuição, gestão e análise de a informação.” Segundo Zakir (2015), Big Data Analytics é tudo sobre processamento não estruturado de informações [...] que podem ser transformadas em informações comerciais valiosas por meio de técnicas computacionais para desvendar tendências e padrões entre conjuntos de dados.

2.3.7 Computação em Nuvem

É uma tecnologia disruptivas, que mudou a maneira como as empresas estão usando a tecnologia. Entre os seus aspectos fundamentais está o armazenamento remoto, de forma flexível em um ambiente virtual (a nuvem), evitando o investimento em *softwares* mais robustos, permitindo o acesso aos dados em várias localizações geográficas distintas e contribuindo para a segurança da informação (Albertin *et al*, 2017).

2.3.8 Interação Homem-Máquina

Novas tecnologias e interfaces GUI – que geram possibilidade de comunicação rápida, usando dispositivos portáteis de realidade virtual - o uso da óptica, incluindo óculos de realidade aumentada [...] robótica avançada - uso da inteligência artificial, automação completa de produção (Szozda, 2017).

2.3.9 Interoperabilidade

É a capacidade que os sistemas apresentam de entender uns aos outros para usar funcionalidade um do outro, trocar dados e partilha de informação e conhecimento para encontrar soluções satisfatórias, tornando o sistema mais eficiente, seguro e produtivo (LU, 2017).

2.3.10 Arquitetura Orientada a Serviços – SOA

É uma estrutura de computação onde um “*software* fornece serviços e gera vantagens, como alta capacidade de reutilização e tempo mais rápido para desenvolver e implantar um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), que ajuda *software* de gravação programador usando desenvolvimento rápido de aplicações (RAD), orientado a objeto e programação (OOP), que ajuda a visualizar os módulos de *software* como objetos e suas interações e comportamentos com outros objetos e linguagem de marcação unificada (UML), que é uma forma de visualizar projeto de sistemas” (Trappey *et al*, 2016 p.5).

3.2.II Personalização em massa

É uma estratégia de fabricação que prioriza as necessidades individuais do cliente onde “a produção é realizada em pequenos lotes, enquanto os produtos são altamente individualizados e entregues para determinados pedidos de clientes. Há uma grande variedade de produtos” (Szozda, 2017 p.6).

À luz da literatura existente, torna-se importante apresentar os conceitos da indústria 4.0, associá-los ao setor de saúde e fazer uma revisão bibliográfica para apresentar como o tema está sendo tratado pela literatura atual e, com isso, poder contribuir para sua difusão e para a construção de um setor de serviços de saúde mais dinâmico e competitivo.

METODOLOGIA

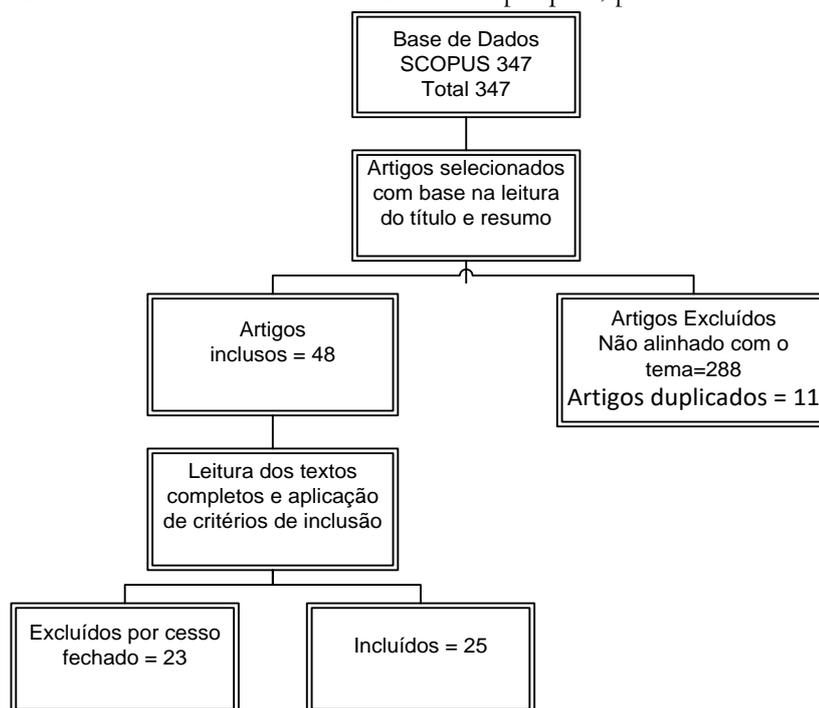
Esta pesquisa utiliza o método dedutivo (Dresch *et al*, 2015) e adota uma abordagem qualitativa, uma vez que faz uso de informações e análises interpretativas (Bauer & Gaskell, 2002) por meio de uma revisão bibliométrica (Dresch *et al*, 2015) para identificação dos principais conceitos da indústria 4.0 e de sua possível aplicação no setor de saúde.

A revisão bibliométrica utiliza-se de protocolos que permitem um fácil entendimento do fenômeno estudado através da busca por um mapeamento e avaliação do arcabouço conceitual, podendo identificar possíveis lacunas existentes. Para sua elaboração, uma revisão bibliométrica foi realizada através da busca eletrônica de artigos indexados na base de dados *Scopus* com o objetivo de identificar como os conceitos da indústria 4.0 podem afetar o setor de serviços de saúde.

Foram realizadas buscas na base de dados, utilizando como palavras-chave o termo “*Industry 4.0*” and “*healthcare*” or “*internet of things*” or “*tecnology*” or “*aplication*” or “*delivery*” or “*providers*” or “*management*”. A busca foi limitada aos anos de publicação de 2014 até 2018, utilizou elementos de filtro específicos da base de dados, que gerou 347 artigos achados.

Uma vez realizada a busca, seleção e avaliação de referências bibliográficas na etapa inicial, os 347 artigos encontrados foram analisados através da leitura de seus títulos e resumos, o que gerou a eliminação de 299 artigos por estarem duplicados ou não estarem relacionados ao tema, restando 48 artigos. Em seguida, foi realizada a busca pela versão completa destes artigos, dos quais apenas 25 estavam disponíveis como artigos aberto e foram baixados e os outros 23 foram excluídos através da aplicação deste critério de exclusão e inclusão. A amostra final, que serviu de base para esta revisão sistemática de literatura foi composta por 25 artigos. A figura 1 apresenta as fases desta etapa:

Figura I: Fases da revisão sistemática de literatura: pesquisa, passos e resultados.



Fonte: Elaborado pelos Autores

Em seguida, os artigos selecionados foram lidos em sua totalidade e serviram de base para a elaboração do presente artigo. O levantamento realizado permitiu a elaboração de tabelas e mapas conceituais, que foram construídos com o auxílio dos *softwares* Atlas TI e VOSviewer (Nelson *et al*, 2018), uma vez que os referidos *softwares* possibilitam o armazenamento de dados codificáveis e permitem realizar uma correlação mais complexa entre os dados, contribuindo para testar novas hipóteses, de maneira mais eficiente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Finalizada a etapa de coleta de dados e de revisão de literatura, foi possível observar que o interesse de pesquisa pelo tema vem crescendo ao longo do tempo e que a publicação de artigos relacionados a aplicação dos conceitos da indústria 4.0 vem sendo abordada de forma crescente.

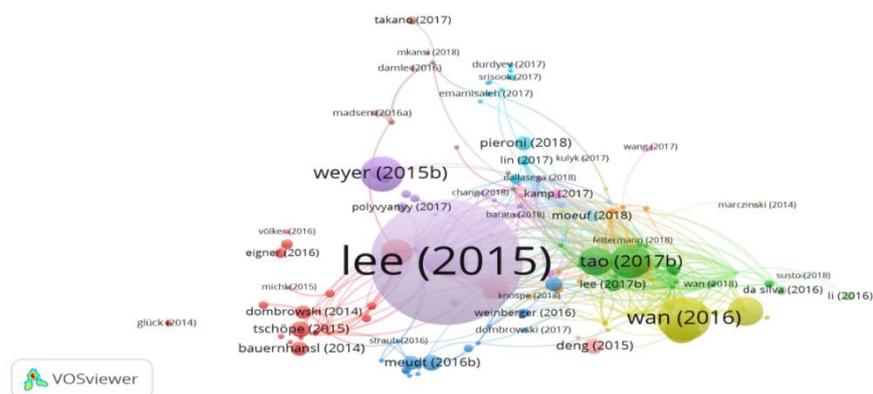
Após a coleta de dados, foi possível identificar os principais autores que exploram o tema e traçar um ranking com aqueles mais citados. Buscou-se ainda identificar quais os países que mais estão estudando o tema, destacando-se a Alemanha, berço de nascimento da Indústria 4.0, seguida pelos Estados Unidos e China. Ato continuou, promoveu-se a identificação das principais palavras-chave citadas nos artigos.

No que tange à distribuição geográfica dos países que mais pesquisam sobre o tema foi possível observar que o continente europeu apresenta uma elevada contribuição, destacando-se a Alemanha, como o principal país pesquisador do tema em função do quantitativo de pesquisas publicadas. Destacam-se também as contribuições dos Estados Unidos, da China e do Reino Unido, que apresentam consideráveis contribuições sobre o tema.

Observou-se ainda que existem quatro clusters que lideram a realização de pesquisas relacionadas ao tema, composto pelos seguintes países: Alemanha, Estados Unidos, China e Reino Unido. Esta informação torna-se relevante, pois, a partir dela, é possível definir tópicos de pesquisas, além de permitir identificar conexões entre os países pesquisadores, de modo a identificar os clusters que realizam pesquisas de maneira mais alinhadas, destacando-se o volume de pesquisas realizadas e o grau de alinhamento destas pesquisas entre esses grupos.

Outra informação relevante é a identificação dos clusters dos principais autores que estão pesquisando sobre o tema (Figura 02), o que demonstra a inter-relação entre os pesquisadores da área e permite analisar as conexões existentes entre eles, de modo a compreender possíveis alinhamentos por linha de pesquisa destes grupos. Aqueles que exercem maior influência ou possuem um volume maior de citações são representados pelos círculos maiores. Neste aspecto, destaca-se Lee (2015) com 432 citações observadas, conforme Figura a seguir:

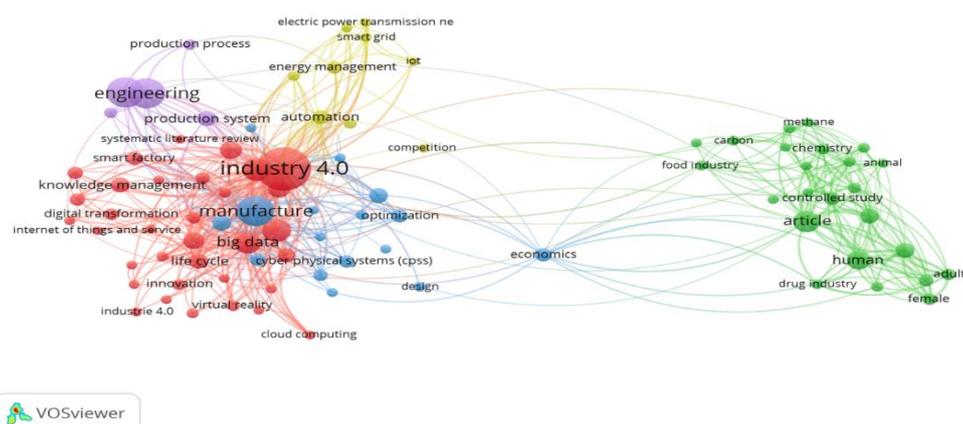
Figura 02: Clusters dos principais autores



Fonte: Elaborado pelos Autores

A busca pela identificação dos principais clusters de autores permite, também, identificar as principais palavras-chave por eles utilizadas, o que permite a identificação de tendências e lacunas e, com isso, embasar a realização de novas pesquisas. As principais palavras-chave observadas são apresentadas na figura 3, a seguir:

Figura 03: Clusters das principais palavras chave



Fonte: Elaborado pelos Autores

Neste sentido, é possível perceber a existência de cinco clusters bem definidos, destacando-se o cluster vermelho, que apresenta palavras-chave como: “Industry 4.0”, “Big Data”, “Cyber Physical Systems”, “Virtual Reality” e “Cloud Computing” e que apresenta uma forte inter-relação com todos os demais Clusters. O Cluster lilás, por sua vez, apresenta como foco as palavras “Engineering”, “Productions Process” e “Production System”. O cluster amarelo, dá ênfase às palavras “Automation”, “Energy Management” e, “Competition”. O Cluster verde foca as palavras “Controlled Study”, “Chemistry” e “Drug Industry” e, por fim, o cluster azul, promove uma interligação entre todos os cluster, abordando

questões mais relacionadas à economia, destacando palavras como: “Economics”, “Optimization” e, “Manufacture”.

Finalizada a etapa de revisão dos achados, procedeu-se com a leitura crítica do conteúdo dos artigos para a identificação das produções que apresentassem maior alinhamento com o tema. Como fruto desta leitura, 25 artigos foram considerados pertinentes e foram lidos em sua totalidade. Estes artigos são apresentados na Figura 4 a seguir:

Figura 4: Artigos Utilizados na Revisão sistemática de literatura.

Ano	Autor	Título	Journal
2014	Binner, H.F.	Industry 4.0: defining the working world of the future	Elektrotechnik und Informationstechnik
2015	Bagheri, B. and Yang, S. and Kao, H.-A. and Lee, J.	Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment	IFAC-PapersOnLine
	Gerlitz, L.	Design for product and service innovation in industry 4.0 and emerging smart society	Journal of Security and Sustainability Issues
	Lee, J. and Bagheri, B. and Kao, H.-A.	A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems	Manufacturing Letters
	Mikawa, S.	Industrie 4.0 and the latest trends in Monozukuri innovation in the auto industry	NEC Technical Journal
2016	Steck-Winter, H. and Unger, G.	Thermprocessing technologies in the plant of the future - Part I	Gaswaerme International
	Gentner, S.	Industry 4.0: Reality, future or just science fiction? How to convince today's management to invest in tomorrow's future! successful strategies for industry 4.0 and manufacturing IT	Chimia
	Sanders, A. and Elangeswaran, C. and Wulfsberg, J.	Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing	Journal of Industrial Engineering and Management
	da Silva, A.F. and Ohta, R.L. and dos Santos, M.N. and Binotto, A.P.D.	A Cloud-based Architecture for the Internet of Things targeting Industrial Devices Remote Monitoring and Control	IFAC-PapersOnLine
2017	Weinberger, M. and Bilgeri, D. and Fleisch, E.	IoT business models in an industrial context	At-Automatisierungstechnik
	Benešová, A. and Tupa, J.	Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0	Procedia Manufacturing
	Gerberich, C.W.	Industry 4.0 - Digitization, innovation management and leadership	Elektrotechnik und Informationstechnik
	Lee, C.K.M. and Zhang, S.Z. and Ng, K.K.H.	Development of an industrial Internet of things suite for smart factory towards re-industrialization	Advances in Manufacturing
	Meudt, T. and Kaiser, J. and Mettemich, J. and Spieckermann, S.	Value stream mapping and value stream simulation in times of digitization and industry 4.0 - An app for manufacturing optimization	ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb
	Shanin, S. and Cang, S. and Yu, H. and Li, Y.	Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice	Energies
	Tjahjono, B. and Esplugues, C. and Ares, E. and Pelaez, G.	What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?	Procedia Manufacturing
	Trappey, A.J.C. Trappey, C.V. Fan, C.-Y. Hsu, A.P.T. Li, X.-K. Lee, I.J.Y.	IoT patent roadmap for smart logistic service provision in the context of Industry 4.0	Journal of the Chinese Institute of Engineers
2018	Aceto, G. and Persico, V. and Pescapé, A.	The role of Information and Communication Technologies in healthcare: taxonomies, perspectives, and challenges	Journal of Network and Computer Applications
	Barata, J. and Rupino Da Cunha, P. and Stal, J.	Mobile supply chain management in the Industry 4.0 era: An annotated bibliography and guide for future research	Journal of Enterprise Information Management
	Fettermann, D.C. Cavalcante, C.G.S. Almeida, T.D.D. Tortorella, G.L.	How does Industry 4.0 contribute to operations management?	Journal of Industrial and Production Engineering
	Lee, G.-Y. Kim, M. Quan, Y.-J. Kim, M.-S. Kim, T.J.Y. Yoon, H.-S. Min, S. Kim, D.-H. Mun, J.-W. Oh, J.W. Choi, I.G. Kim, C.-S. Chu, W.-S. Yang, J. Bhandari, B. Lee, C.-M. Ihn, J.-B. Ahn, S.-H.	Machine health management in smart factory: A review	Journal of Mechanical Science and Technology
	Luthra, S. and Mangla, S.K.	Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies	Process Safety and Environmental Protection
	Moeuf, A. and Pellerin, R. and Lamouri, S. and Tamayo-Giraldo, S. and Barbaray, R.	The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0	International Journal of Production Research
	Ooi, K.-B. and Lee, V.-H. and Tan, G.W.-H. and Hew, T.-S. and Hew, J.-J.	Cloud computing in manufacturing: The next industrial revolution in Malaysia?	Expert Systems with Applications
	Reed, J.	The Industry 4.0 revolution	Dairy Industries International

Fonte: Elaborado pelos Autores

Como resultado final desta revisão bibliométrica, foi possível observar que “o conceito de e-health apareceu pela primeira vez na década de 1990” (Aceto *et al*, 2018 p.7) e que a intensificação do uso de TICs no setor de saúde, a evolução da computação em nuvem e da internet das coisas (IoT) aumentaram a capacidade de processamento e permitiram uma infinidade de aplicações em setores diferentes da economia (Aceto *et al*, 2018), permitindo a aplicação destes conceitos no setor de saúde.

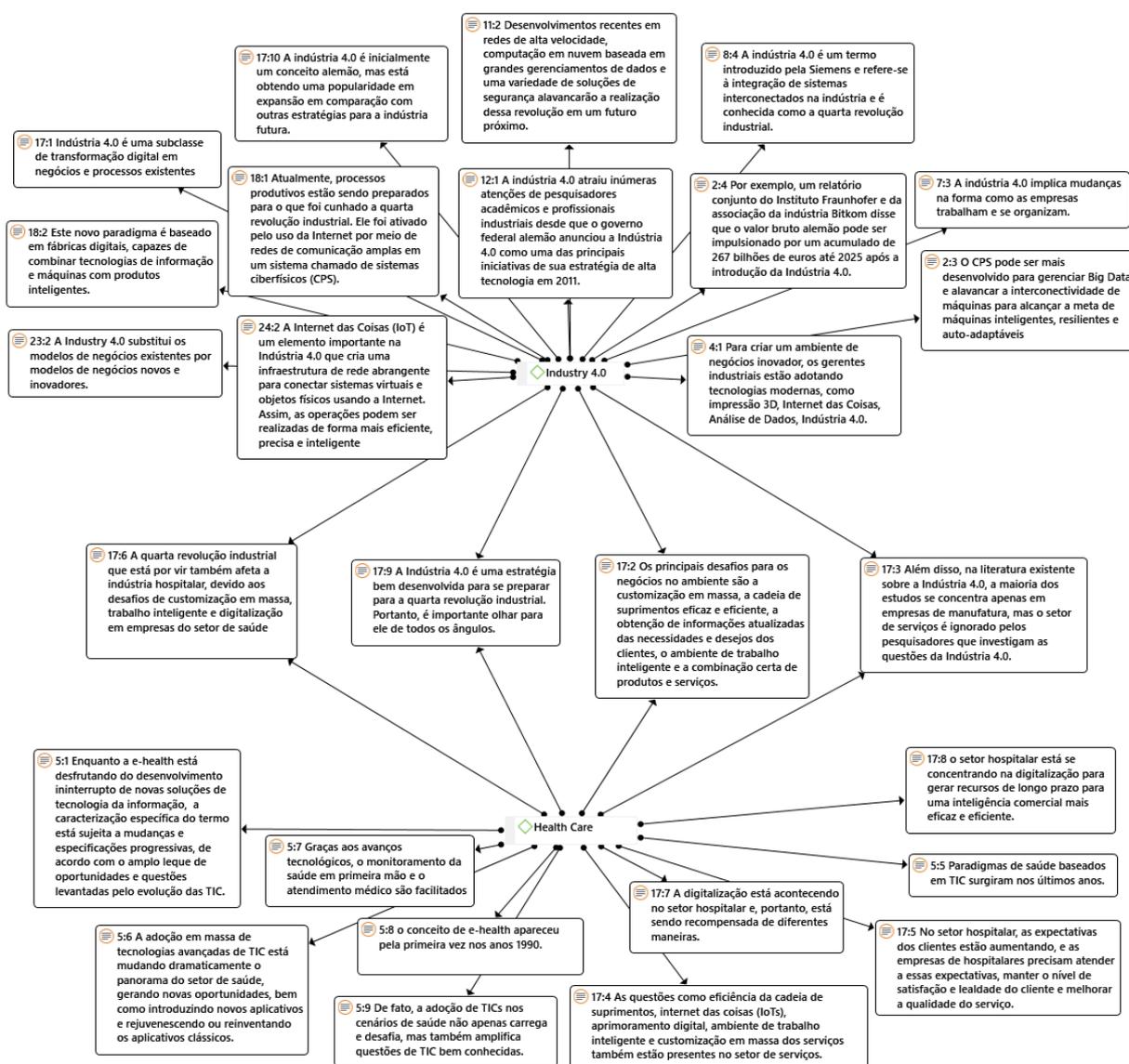
O tema Indústria 4.0 vem atraindo a atenção de pesquisadores desde o ano de 2011, quando “o governo federal alemão anunciou a Indústria 4.0 como uma das principais iniciativas de sua estratégia de alta tecnologia” (Ooi *et al*, 2018 p.4). “Os principais desafios para as empresas no ambiente da Indústria 4.0 são a customização em massa, a cadeia de suprimentos eficaz e eficiente, a obtenção de

informações atualizadas das necessidades e desejos dos clientes, o ambiente de trabalho inteligente e a combinação certa de produtos e serviços” (Lee *et al*, 2017 p.9).

Neste contexto, as questões relacionadas à busca da eficiência, customização em massa, digitalização e ambiente inteligente também estão relacionados ao setor de serviços e, por consequência, ao setor de saúde, onde as empresas hospitalares precisam desenvolver estratégias para melhorar sua atuação no mercado, melhorar seus processos, manter o nível de satisfação, superar as expectativas dos clientes e melhorar a qualidade do serviço (Lee *et al*, 2017). Desta forma, os resultados observados permitem constatar que é perfeitamente possível aplicar os conceitos da Indústria 4.0 no setor de serviços.

A figura 5, a seguir, mostra a interligação da aplicação de alguns dos conceitos da Indústria 4.0 ao setor de serviço de saúde e permite constatar a aplicabilidade destes conceitos à empresas deste setor. Foi possível observar, também que, apesar de crescente, as pesquisas relacionadas à Indústria 4.0 são largamente direcionadas ao setor de manufatura, porém, a maioria dos pesquisadores ignora a aplicação destes conceitos no setor de serviços.

Figura 5: Interligação dos conceitos de Indústria 4.0 e Health Care



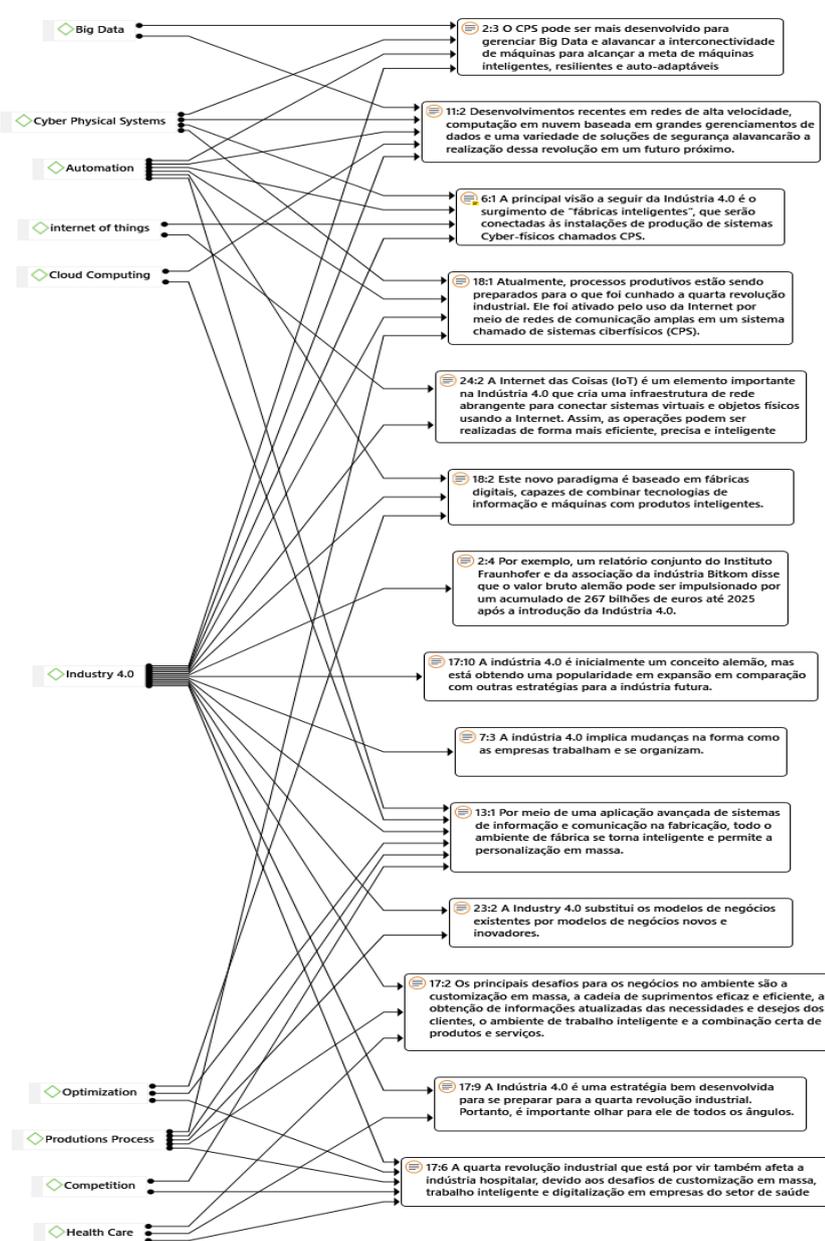
Fonte: Elaborado pelos Autores

Uma das principais constatações desta revisão bibliométrica foi verificar que os conceitos da indústria 4.0 afetam o setor de serviços de saúde ao introduzirem a aplicação de tecnologias inovadoras ao setor, buscando uma combinação perfeita na oferta de produtos e serviços ao cliente e que isso, inevitavelmente, irá gerar implicações gerenciais.

Foi possível visualizar também que os elementos ou tecnologias principais da Indústria 4.0 vão exercer uma forte influência na maneira como as empresas trabalham e se organizam e, por isso, o setor de serviços “está se concentrando na digitalização para gerar recursos de longo prazo para uma inteligência de negócios mais eficaz e eficiente” (Lee *et al*, 2017 p.4).

Na figura 06, a seguir, é possível identificar a maneira como alguns dos principais conceitos introduzidos pela Indústria 4.0 interagem e convergem para uma aplicação no setor de saúde, de modo a permitir a aplicabilidades destes conceitos no setor.

Figura 06: principais conceitos introduzidos pela Indústria 4. no setor de saúde



Fonte: Elaborado pelos Autores

Ao finalizar a análise dos achados, observou-se que os principais benefícios da utilização dos conceitos da indústria 4.0 no setor de saúde estão relacionados ao ganho de competitividade e melhoria de processos internos para a oferta de serviços inteligentes e que existe uma forte tendência para a aplicabilidade dos conceitos da indústria 4.0 no setor de saúde, onde conceitos como: *Big Data, Cyber Physical Systems, Automation, Internet of Things, Cloud Computing, Optimization, Productions Process e Competition* apresentam uma forte interligação que sinalizam para a viabilidade de buscar o entendimento sobre como os conceitos da indústria 4.0 podem ser aplicados ao setor de serviços de saúde.

Além disso, foi possível observar que na literatura existente sobre a Indústria 4.0, a maioria dos estudos se concentra apenas em empresas de manufatura, mas o setor de serviços é ignorado pela maioria dos pesquisadores que investiga as questões da Indústria 4.0 (Lee *et al*, 2017), constituindo uma grande lacuna para a realização de trabalhos futuros. Constatou-se ainda que existem dois grandes atrasos de pesquisa que precisam ser alcançados: 1- Nenhum dos estudos discute como desenvolver as habilidades necessárias para a Indústria 4.0 e quais são as práticas de gerenciamento apropriadas; e 2- As pesquisas existentes sobre a Indústria 4.0 não cobrem o setor de serviços (Lee *et al*, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do presente artigo permitiu analisar a literatura existente sobre a Indústria 4.0 e fazer uma associação sobre como os conceitos utilizados para classificar a quarta revolução industrial podem ser aplicados ao setor serviços de saúde. Durante o processo de pesquisa, foi possível constatar que o tema Indústria 4.0 surgiu no ano de 2011, na Alemanha (Roblek *et al*, 2016; Vogel-Heuser & Hess, 2016; Shin *et al*, 2018) e vem despertando interesse, de maneira crescente, de acadêmicos e pesquisadores em todo o mundo.

As primeiras publicações datam do ano de 2013 (Yang, 2017) e focam sua abordagem na aplicação dos conceitos da Indústria 4.0 no setor de manufatura (Albertin *et al*, 2017; Chen & Xing, 2015; Lee *et al*, 2014; Veit, 2018). Os principais países pesquisadores são a Alemanha, Estados Unidos, China e Reino Unido. Um dos grandes achados deste artigo foi o de identificar que a aplicação destes conceitos da Indústria 4.0 no setor de serviços é ignorada pela grande maioria dos pesquisadores, constituindo-se uma grande lacuna para futuras pesquisas (Saqib *et al*, 2017).

Embora a maioria das publicações pesquisadas apresentassem abordagem focada apenas no setor de manufatura (Albertin *et al*, 2017; Veit, 2018), a elaboração deste artigo permitiu observar que as empresas do setor de saúde introduziram tecnologias inovadoras em suas rotinas, aumentando sua capacidade de processamento, integrando e convergindo os conceitos da indústria 4.0 para o setor e, com isso, percebeu-se que alguns dos conceitos largamente utilizados na Indústria 4.0, como: Internet das Coisas, Big Data, Computação em Nuvem, Sistemas Ciber Físicos, Digitalização, Trabalho Inteligente, Customização em Massa e Automação de Processos, também estão presentes no setor de serviços e são perfeitamente aplicáveis ao setor de saúde.

Uma das principais contribuições acadêmicas deste artigo foi identificar que existe uma lacuna de pesquisa quanto a aplicação dos conceitos da Indústria 4.0 no setor de serviços e, por consequência, no setor de saúde, havendo, desta forma, uma grande oportunidade para o desenvolvimento de novas pesquisas. Como contribuição gerencial, destaca-se que a aplicação dos conceitos da Indústria 4.0 no setor de saúde contribuirá para a geração de ganho de competitividade através da melhoria dos processos internos e da oferta de serviços inteligentes, constituindo um grande desafio da gestão de inovação.

Como limitação, destaca-se o fato de a revisão bibliométrica ter sido realizado em apenas uma base de dados, o que pode apresentar uma visão parcial sobre o tema. Desta forma, como sugestão para futuras pesquisas, recomenda-se o desenvolvimento de estudos em outras bases de dados com o objetivo de identificar como desenvolver as habilidades necessárias para que se possa gerenciar o processo de

aplicação dos conceitos da indústria 4.0 no setor de serviços de saúde, de modo a promover melhorias internas, podendo usar como foco a digitalização, a gestão de processos, a busca pela satisfação dos clientes ou a fixação de um novo conceito de serviço inteligente.

REFERÊNCIAS

- Aceto, G. Persico V. Pescapé, A. (2018) **The role of Information and Communication Technologies in healthcare: taxonomies, perspectives, and challenges** . Journal of Network and Computer Applications.
- Albertin, M. R., ELienesio, M. L. B., Aires, A. S., Pontes, H. L. J., Aragão Junior, D. P. (2017) **Major tech innovations in industry 4.0 and its applications and implications in manufacturing**. XXIV Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, SP, Brasil.
- Alex, G., Varghese, B., Jose, J. G., Abraham, A. (2016) **A Modern Health Care System Using IoT and Android**. International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE).
- Arcidiacono, G., Alessandra, P. (2018) **The revolution Lean Six Sigma 4.0**. International Journal on Advanced Science Engineering information technology. Vol.8 No. 1 ISSN: 2088-5334 DOI: 10.18517/ijaseit.8.1.4593.
- Bauer, M. W., Gaskell, G. (2002) **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. 4. ed. Petrópolis: Vozes.
- Chen, Z., Xing, M. (2015) **Upgrading of textile manufacturing based on Industry 4.0**, 5th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering, Atlantis Press.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., Júnior, J. A. V. A. (2015) **Design Science Research: Research Method for Advancement of Science and Technology**. Porto Alegre: Book.
- Frazier, W. (20014) **Metal Additive Manufacturing: A Review**. Journal of Materials Engineering & Performance, v. 23, n. 6, p. 1917-1928.
- Gruber, F. E. (2013) **Industry 4.0: a best practice project of the automotive industry**, in: Digital Product and Process Development Systems, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Gill, H. (2008) **Da visão à realidade: sistemas ciber-físicos**. Presente. HCSS Natl. Trabalhos. Novas Res. Dir. Alta confid. Transp. CPS Automotive, Aviat. Rail, (2008).
- Kagermann, H., Helbig, J., hellinger, A., Wahlster, E. W. (2013) **Industrie 4.0 Securing the Future of German Manufacturing Industry_ Recommendations for Implementing the Strategic Initiative**. Working Group.
- Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2016) **Design principles for industrie 4.0 scenarios** in: 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences IEEE.
- Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Werner, F., Ivanova, M. (2016) **A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0**, Int. J. Prod. Res. 54 (2).
- Ivanov, D., sokolov, B., ivanova, M. (2016) **Schedule coordination in cyber-physical supply networks Industry 4.0**, IFAC-PapersOnLine 49 (12).

IHTT (2013) **Transforming Health Care through Big Data Strategies for leveraging Big Data** in the health care industry. <http://ihealthtran.com/wordpress/2013/03/iht%C2%B2-releases-big-data-research-reportdownload-today/>.

Kagermann, H.,Wolfgang, W.,Johannes, H. (2013) *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industry 4.0 Working Group*.

Ooi, K. B.,Lee, V. H.,Tan, G. W.,Hew, T. S., Hew, J. J. (2018) **Cloud computing in manufacturing: The next industrial revolution in Malaysia?** Expert Systems With Applications.

Lee, J, Bagheri, B, Kao, H. (2014) **A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems**. Manufacturing Letters • DOI: 10.1016/j.mfglet.

Lee,C. K. M., Zhang, S. Z. Ng, K. K. H. (2017)**Development of an industrial Internet of things suite for smart factory towards reindustrialization**. Shanghai University and Springer-Verlag GmbH Germany,partof Springer Nature.

Lu, Y, (2017) **Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research**. issues Journal of Industrial Information Integration.

Mittelstadt, B. (2017) **Designing the Health-Related Internet of Things: Ethical Principles and Guidelines**. Information . 8, 77; doi:10.3390/info8030077 www.mdpi.com/journal/information.

Nelson, M.B.,Riley, K.,Arellano, K. (2018) **Adding a Parent to the Brain Tumor Team: Evaluating a Peer Support Intervention for Parents of Children With Brain Tumors**. Journal of Pediatric Oncology Nursing.

Oses, N., Legarretaetxebarria, A., Quartulli, M., García, I., Serrano, M. (2016) **Uncertaintyreduction in measuring and verification of energy savings by statistical learning in manufacturing environments**, Int. J. Interact. Des. Manuf. (IJIDeM) 10 (3).

Pisching, M.A., Junqueira, F., Santos Filho, D.J., Miyagi, P.E. (2015)**Service composition in the cloud based manufacturing focused on the industry 4.0**, in: Doctoral Conference on Computing, Electrical and Industrial Systems, Springer International Publishing.

Posada, J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., Stricker, D., Amicis, R., Vallarino, I. (2015)**Visual computing as a key enabling technology for industry 4.0 and industrial internet**, IEEE Comput. Graphics Appl. 35 (2).

Roblek, V., Meško, M., Krapež, A. (2016)**A complex view of Industry 4.0**, SAGE Open 6 (2) 2158244016653987.

Riazul, I. S.M., Kwak,D., Kabir, H., Hossain, M., Kyung-Sup, K. E., (2015)**The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey**. IEE Access. DOI 10.1109/ACCESS.2015.2437951.

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J.,Engel, P., Har-Nisch, M. (2015)**Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**, Boston Consulting Group.

Saqib, S., Shuang, C., Hongnian, Y., Yun, L. (2017) **Examining the Feasibilities of Industry 4.0 for the Hospitality Sector with the Lens of Management Practice.**

Sanders, A., Elangeswaran, C., Wulfsberg, J. (2016) **Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing**, J. Ind. Eng. Manage. 9 (3).

Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R.C., Reichstein, C., Neumaier, P., Jozinovi, 'C. P. (2015) **Industry 4.0 potentials for creating smart products: empirical research results**, in: International Conference on Business Information Systems, Springer International Publishing.

Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., Verl, A. (2015) **Making existing production systems Industry 4.0-ready**, Prod. Eng. 9 (1).

Shin, H-J., Cho, K., Oh, C-h. (2018) **SVM-Based Dynamic Reconfiguration CPS for Manufacturing System in Industry 4.0**. Wireless Communications and Mobile Computing.

Sreekanth, K. U., Nitham, K. P. (2016) **A Study on Health Care in Internet of Things**. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication.

Steele, R., Clarke, A. (2013) **The Internet of Things and Next-generation Public Health Information Systems**. *Communications and Network*, doi:10.4236/cn.2013.53BI002.

Szozda, N. (2017) **Industry 4.0 and its impact on the functioning of supply chains**. Scientific Journal of Logistics. p-ISSN 1895-2038 e-ISSN 1734-459X.

Talpur, S. H. (2013) **The Appliance Pervasive of Internet of Things in Healthcare Systems**. School of Information Science & Engineering, Central South University (CSU), 410083 - Changsha, China.

Thames, L., Schaefer, D. (2016) **Software-defined cloud manufacturing for Industry 4.0**, Procedia CIRP 52.

Thoben, K. D., Busse, M., Denkena, B., Gausemeier, J. (2014) **System integrated Intelligence new challenges for product and production engineering** in the context of Industry 4.0, Procedia Technol. 15.

Trappey, A. M. Y., Trappey, J.C., Charles, V., Govindarajan, U. H., Dom, J.J., Chuang, A. C. (2016) **A Review of Technology Standards and Patent Portfolios for Enabling Cyber-Physical Systems in Advanced Manufacturing**. IEEE Access. *Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2016.2619360*.

Veit, D. R. (2018), **Impactos da manufatura aditiva nos sistemas produtivos e suas repercussões nos critérios competitivos**. Tese de doutorado. UNISINOS. São Leopoldo – Brasil.

Vijaykumar, S., Saravanakumar, S.G., Balamurugan, M. (2015) **Unique sense: smart computing prototype for industry 4.0 revolution with IOT and big data implementation model**, Indian J. Sci. Technol. 8 (35).

Vogel-Heuser, B., Hess, D. (2016) **Industry 4.0—prerequisites and visions**, IEEE Trans. Autom. Sci. Eng. 13 (2).

Wan, J. S., Tang, Z., Shu, D., Li, S., Wang, M., Imran, A. (2016) **Vasilakos, Software-defined industrial internet of things in the context of Industry 4.0**, IEEE Sens. J. 16 (22).

Wang, C., Sherman, S., Chow, M., Wang, Q., Ren, K., Lou, W. (2013) **Transactions on computers**. IEEE VOL:62 NO:2

Yang, Lu (2017) **Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues**, Journal of Industrial Information Integration 6 1–10

Zakir, J., Seymour, T., Berg, K. (2015) **Big Data Analytics**. Issues in Information Systems Volume 16, Issue II.