

CRIAÇÃO DE VALOR PARA INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Jurema Suely de Araújo Nery Ribeiro ¹;

Renata de Souza França²;

Fábio Corrêa³;

Fabício Ziviani⁴;

***Abstract:** In Industry 4.0 the technologies employed in production processes are fostering the customization of production and enabling innovation in business models, revolutionizing the way goods are produced on production lines. Considering the growing importance of Industry 4.0, this article aimed to identify, through scientific publications, challenges and opportunities for knowledge management and information technology for value creation in Industry 4.0. A qualitative, exploratory-descriptive and bibliographical research was undertaken to discuss the scientific contributions of the researched constructs. As a result, opportunities and challenges have been listed for value creation in Industry 4.0, Knowledge Management and Information Technology. Subsequently, some future research guidelines were identified.*

***Keywords:** challenges and opportunities; knowledge management; industry 4.0; information technologies; value creation.*

Resumo: Na Indústria 4.0 as tecnologias empregadas nos processos produtivos estão fomentando a personalização da produção e viabilizando a inovação nos modelos de negócios, revolucionando a maneira como são produzidos os bens nas linhas de produção. Considerando a crescente importância da Indústria 4.0 este artigo objetivou identificar, por meio de publicações científicas, desafios e oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologia da informação para criação de valor na Indústria 4.0. Foi empreendida uma pesquisa qualitativa, exploratório-descritiva e bibliográfica, por discutir as contribuições científicas dos construtos pesquisados. Por resultado, foram elencados oportunidades e desafios, para criação de valor na Indústria 4.0, do gerenciamento do conhecimento e tecnologias da informação. Posteriormente, foram identificadas algumas orientações de pesquisa futuras.

***Palavras-chave:** criação de valor; desafios e oportunidades; gestão do conhecimento; indústria 4.0; tecnologias de informação.*

1Doutora do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC (PPGSIGC), Prof.^a da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) e da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC), Belo Horizonte, MG – Brasil. E-mail: jurema.nery@gmail.com

2 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC (PPGSIGC) e Prof.^a da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Belo Horizonte, MG – Brasil. E-mail: profrenatafranca@gmail.com

3Doutor do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC (PPGSIGC), Belo Horizonte, MG – Brasil. E-mail: fabiocontact@gmail.com

4 Prof. Doutor do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC (PPGSIGC), da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) e da Fundação Dom Cabral (FDC), Belo Horizonte, MG – Brasil. E-mail: fabricao.ziviani@fumec.br

1 INTRODUÇÃO

O aumento da competição entre empresas, ao longo das últimas décadas, acabou por produzir grandes mudanças nos processos internos, o que passou a refletir-se também nas relações inter organizacionais (Abbade, 2016). A capacidade de adquirir, compartilhar e aplicar o conhecimento torna-se fator-chave para promover a competitividade das empresas. A fonte de vantagem competitiva e criação de valor pode estar relacionada a dois pontos principais: na capacidade da organização de se diferenciar de seus concorrentes aos olhos do cliente; e em operar com custo menor, de forma a obter mais lucro. Resumidamente, as empresas bem-sucedidas apresentam vantagem de custo (menores custos), ou vantagem de valor (produto diferenciados), ou ainda, uma combinação de ambos (Christopher, 2012).

Uma das principais vantagens competitivas para uma corporação reside nas informações que possui, por conseguinte no conhecimento que é gerado pela empresa e seus stakeholders. Portanto, a "gestão do conhecimento" tornou-se uma questão crítica (Lai & Chu, 2002; Ribeiro, Calijorne, Jurza & Ziviani, 2018), desempenhando um papel importante no desenvolvimento da Indústria 4.0, baseadas em competências essenciais e na aplicação de TI/SI (De Abreu, 2018; Gunasekaran & Ngai, 2014)

O desenvolvimento para a Indústria 4.0 tem atualmente uma influência substancial na indústria de manufatura. Baseada nos princípios dos sistemas ciber-físicos, internet e tecnologias orientadas para o futuro, além de sistemas inteligentes com paradigmas aprimorados de Interação Humano-Computador (IHC) que propiciam o estabelecimento de fábricas inteligentes, produtos inteligentes e serviços inteligentes incorporados a Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*) e Internet de Serviços (*Internet of Services - IoS*) também chamados de Internet Industrial.

De acordo com Lasi, Fettke, Kemper, Feld e Hoffmann (2014) isso permite identidade e comunicação para cada entidade presente no fluxo de valor, e possibilita a personalização em massa da fabricação a partir de ferramentas e conceitos de Tecnologia da Informação. Além disso, novos modelos de negócios disruptivos estão evoluindo em torno desses elementos da Indústria 4.0 (Kagermann, Wahlster & Helbig 2013).

Esse desenvolvimento em direção a uma Indústria 4.0 oferece imensas oportunidades para a gestão do conhecimento e aumento da competitividade usando a infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Neste contexto, surge a questão de pesquisa deste artigo: Quais são os desafios e as oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologia da informação para criação de valor no âmbito da Indústria 4.0?

Buscando respostas para esta indagação, o presente trabalho objetivou identificar, em artigos científicos publicados, as oportunidades e desafios para a gestão do conhecimento e as tecnologias da informação para criação de valor no âmbito da Indústria 4.0. Os seguintes objetivos específicos foram delineados para auxiliar o atingimento desse objetivo geral: (i) mapear os conceitos e aspectos que caracterizam o processo de evolução dos ambientes industriais; (ii) identificar o papel da gestão do conhecimento e das tecnologias da informação com facilitadores da Indústria 4.0; (iii) descrever os desafios e as oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologias da informação no contexto da Indústria 4.0 em conformidade com os fatores de criação de valor identificados. Espera-se que esta investigação contribua, de alguma forma, para o avanço dos estudos científicos produzidos nesta área.

Esta pesquisa subdivide-se em cinco seções, além desta introdução. Primeiramente (seção 2) são explicitados os conceitos basilares relacionados à Gestão do Conhecimento e à Tecnologia da Informação na Indústria 4.0. Em sequência (seção 3) são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para atingimento do objetivo almejado por esta pesquisa. Em continuidade (seção 4), são apresentados e analisados os resultados da pesquisa. Por conseguinte (seção 5), as considerações finais são tecidas e as referências (seção 6) concluem esta pesquisa.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 GESTÃO DO CONHECIMENTO NA INDÚSTRIA 4.0

A gestão do conhecimento (GC) abarca a identificação e análise do conhecimento disponível e exigido, e o subsequente planejamento e controle de ações para criar os ativos de conhecimento, de forma a cumprir com os objetivos organizacionais. Os ativos do conhecimento podem ser entendidos como o conhecimento sobre mercados, produtos, tecnologias e organizações que uma empresa precisa possuir ou possui os quais possibilitam que seus processos de negócios gerem lucros (Civi, 2000).

Além de gerir os ativos do conhecimento, Ho (2009) defende que a GC busca também a gestão dos processos que operam nestes ativos, abrangendo amplamente os aspectos de preservação, desenvolvimento, utilização e compartilhamento do conhecimento, tornando a organização mais eficiente e competitiva (Ribeiro et al., 2018), melhorando o desempenho do processo organizacional e auxiliando na tomada de decisões (Ho, 2009), possibilitando a

criação de novas competências organizacionais, a partir da institucionalização conhecimentos, expertises e experiências, a fim de torná-las mais acessíveis para a organização como um todo, criando valor para seus clientes (Gunasekaran & Ngai, 2014).

A vantagem competitiva da Indústria 4.0 resulta da combinação e do aumento de ativos tangíveis, da agilidade e qualidade da produção de bens, e também da capacidade de inovação, usando a sabedoria individual e coletiva e o compartilhamento do conhecimento permitindo que as empresas integrantes dos canais logísticos de suprimentos e distribuição se tornem parte da cadeia de valor e alcancem o ideal de reorganização e sistematização do conhecimento (Abbade, 2016; De Abreu, 2018; Diogo, Junior & Santos, 2019).

2.2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0

A Quarta Revolução Industrial tem ajudado a criar modelos industriais e econômicos pioneiros pelo uso de três principais inovações tecnológicas: Automação, *IoT* e Inteligência Artificial. Diferentemente da terceira revolução industrial os fatores que criam valor não são mais os volumes, o efeito de escala ou o custo do trabalho, mas sim a customização de serviços e produtos e a redução do capital empregado em termos econômicos. As organizações começaram a investir recursos significativos na Indústria 4.0, já que os níveis tradicionais de produtividade se encontravam exauridos, uma vez que haviam sido explorados ao máximo (Malavasi & Schenetti, 2017).

2.1.1 Tecnologias Tradicionais

No centro deste paradigma em transformação estão as tecnologias digitais. Essas podem ser consideradas os meios, não o objetivo da Quarta Revolução Industrial e são chamadas de Tecnologias Inteligentes de Fabricação (*Smart Manufacturing Technologies*), podendo ser consideradas o ponto de partida de um processo de digitalização das operações que encontram suas raízes no passado, no que é chamado de Soluções Tecnológicas Tradicionais (Malavasi et al., 2017). Também representam o início de um processo de inovação e podem ser encontradas no campo da produção e logística, e no processo de desenvolvimento de engenharia e produto.

2.2.2 Tecnologias de Fabricação Inteligente

Pode-se considerar que estas soluções tradicionais apresentadas em 2.2.1 são os pilares das Tecnologias Inteligentes de Fabricação (*Smart Manufacturing Technologies*) da Indústria 4.0, podendo ser definidas como uma visão do futuro da indústria e da fabricação, na qual as tecnologias da informação aumentarão a competitividade e a eficiência, interconectando cada recurso (dados, pessoas e maquinário) na cadeia de valor. Podem ser subdivididas em dois grupos principais de tecnologias: Tecnologias de Informação e Tecnologias Operacionais (Malavasi et al., 2017).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza pela natureza exploratória descritiva, com abordagem qualitativa situada no propósito de investigar os desafios e as oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologia da informação para criação de valor no âmbito da Indústria 4.0.

Exploratória por buscar familiarização com o problema visando descobrir relações entre os elementos analisados (Bervian, Cerro & Silva, 2002; Perovano, 2016) e descritiva por promover a descrição dos fenômenos e de suas relações (Gil, 2002; Trivinos, 1987), aprofundando a compreensão sobre as implicações da gestão do conhecimento e das tecnologias de informação a fim de contribuir com a consolidação da Indústria 4.0, contribuindo nas construções teóricas e práticas dedicadas aos fundamentos defendidos, orientando as organizações para que haja criação de valor e melhor aproveitamento do conhecimento.

Da mesma forma, a abordagem qualitativa procura entender a relação entre os construtos estudados, sem a intenção de quantificá-los, mas também busca gerar conhecimentos para aplicações práticas e solução de problemas. Para Vergara (2015) a pesquisa qualitativa busca aprofundamento da compreensão de um grupo social ou de uma organização. Nessa abordagem os aspectos da realidade não podem ser quantificados e centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.

Enquadra-se, igualmente quanto aos meios como pesquisa bibliográfica por relacionar referências publicadas e discutir as contribuições científicas, tanto acadêmicas quanto organizacionais, dos construtos Gestão do Conhecimento, Tecnologias de Informação e Indústria 4.0. A pesquisa bibliográfica utiliza a consulta a artigos publicados em bases científicas para obtenção de dados primários (Vergara, 2015).

A seção seguinte elucida os resultados e discussões deste estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INDÚSTRIA 4.0: EVOLUÇÃO DOS AMBIENTES INDUSTRIAIS

Os avanços tecnológicos, desde o início da industrialização, levaram a mudanças paradigmáticas que foram chamadas de Revoluções Industriais, todas elas caracterizadas por um significativo aumento na produtividade. O primeiro foi desencadeado, em meados do século XVIII, pela introdução da energia a vapor; o segundo começou convencionalmente em 1870 com o estabelecimento de eletricidade, produtos químicos e petróleo bruto, juntamente com o conceito cambiante de produção em massa; o terceiro, no início dos anos 1970, foi baseado em tecnologias eletrônicas e de informação para realizar um alto nível de automação na fabricação; finalmente, em 2011, o termo *Indústria 4.0* foi introduzido em Hannover Messe na Alemanha (Schwab, 2016).

A Indústria 4.0 pode ser entendida como uma visão do futurista da Indústria e Manufatura, na qual as Tecnologias da Informação promoverão um aumento da competitividade e a eficiência interconectando todos os recursos (dados, pessoas e maquinário) na Cadeia de Valor (Politecnico di Milano, 2017).

O objetivo da Indústria 4.0 é lidar com necessidades personalizadas e desafios globais para ganhar força competitiva, levando em consideração a crescente globalização dos mercados. Neste contexto, as tecnologias de informação emergentes devem ser aplicadas aos aspectos da indústria para promover todas as formas de integração desejadas (De Abreu, 2018). Assim, produtos personalizados e de alta qualidade podem estar disponíveis no mercado através de um uso mais eficiente dos recursos e a um custo mais baixo.

Os ambientes industriais, ao longo dos tempos, passaram por significativas modificações. O Quadro 1 apresenta os conceitos e aspectos que caracterizam o processo de evolução dos ambientes industriais.

Quadro 1- Evolução dos ambientes industriais

	Passado	Presente	Futuro
Sistema de comunicação	Analógico	Internet e Intranet	Internet das Coisas; Sistema de Fibra Cibernética
Conceito	Neo-Taylorismo	<i>Lean Production</i>	<i>Smart Factory</i>
Solução	Mecanização e automação	Automação e informatização	Virtualização e integração

Fonte: Adaptado de Mrugalska & Wyrwicka (2017)

As fábricas inteligentes (*Smart Factories*) concentram-se principalmente na otimização e inteligência centradas no controle, conforme apresentado na Quadro 1. Essa maior inteligência pode ser obtida através da interação de diferentes sistemas circundantes tendo um impacto direto no desempenho da máquina. O atingimento de uma interação tão perfeita com os sistemas ao redor transforma máquinas comuns em máquinas autoconscientes e de autoaprendizagem e, conseqüentemente, melhora o desempenho geral e o gerenciamento de manutenção.

Embora a metodologia de computação autônoma tenha sido implementada com sucesso na ciência da computação, as máquinas de autoaprendizagem ainda estão longe da implementação nos setores atuais. A transformação do status de hoje em máquinas mais inteligentes exige mais avanços na ciência, abordando várias questões fundamentais, conforme mostrado na evolução do ambiente de produção Quadro 1.

Outro elo componente da cadeia de suprimentos que terão muitas vantagens a partir da Indústria 4.0 são os clientes, considerando-se a consolidação de um novo método de compra que permita que os consumidores tenham acesso a informações sobre a customização e fluxo de produção de seu pedido. Ademais, poderão alterar a sua solicitação a qualquer momento durante o processo de produção, sem acarretar em nenhum custo adicional. Outro ponto instigante são os benefícios advindos dos produtos inteligentes, os quais permitem aos clientes receberem sugestões e explicações sobre a utilização destes de acordo com seus próprios comportamentos (Schlechtendahl, Keinert, Kretschmer, Lechler & Verl, 2015).

Contudo, a interligação inteligente e a digitalização abrangem a aplicação de uma solução de ponta a ponta usando tecnologias de informação e comunicação incorporadas em uma nuvem. Em um sistema de manufatura, a interligação inteligente é realizada pela aplicação dos chamados Sistemas Ciber-Físicos (CPS), que operam de maneira auto-organizada e descentralizada (Dorst, 2015; Ganschar, Gerlach, Hämmerle, Krause & Schlund, 2013; Gausemeier, Czaja & Dülme, 2015).

Estes sistemas são baseados em sistemas de sensores aplicados para coleta de dados, bem como sistemas atuadores para influenciar processos físicos (Gausemeier et al., 2015). Os CPS são inteligentemente ligados uns aos outros e estão continuamente trocando dados em tempo real, através de redes virtuais, como uma nuvem. De acordo com Dorst (2015) a nuvem em si é implementada na Internet de Coisas e Serviços. Fazendo parte de um sistema sociotécnico, o CPS está usando interfaces homem-máquina para interagir com os operadores (Hirsch-Kreinsen, 2014).

Assim, a cada nova revolução industrial, dominar as tecnologias presentes nas indústrias trata-se de critério chave para a construção de vantagens competitivas e criação de valor.

4.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: FACILITADORES DA INDÚSTRIA 4.0

Tal como acontece com a maioria dos sistemas de informação, o sucesso dos sistemas de gestão do conhecimento depende parcialmente da extensão do seu uso, o qual está ligado à qualidade do sistema, à qualidade da informação e à utilidade. A qualidade do sistema é influenciada por atributos como facilidade de uso, características da interface homem-computador e flexibilidade e eficácia dos mecanismos de busca (DeLone & McLean, 1992), bem como, dos aspectos relacionados à geração, obtenção e interpretação das informações para a construção do conhecimento (Leonardi & Bastos, 2014).

Para que as organizações sejam competitivas, precisam integrar e coordenar os fluxos de informação e de trabalho para que ocorram de forma sincronizada por toda empresa e além dela, o que exige sistemas capazes de integrar informação das diferentes áreas funcionais e unidades organizacionais e coordenar as atividades da empresa com seus fornecedores, como outros parceiros de negócio e com os clientes.

A infraestrutura de TI tem por responsabilidade fornecer suporte tecnológico aos aplicativos e é composta por hardware, software, banco de dados, redes de telecomunicação e recursos humanos para operar os equipamentos, estando conectada internet, intranet e extranet. Os sistemas de informação ultrapassaram os limites das organizações, integrando diferentes empresas por meio de rede (Laurindo & Mesquita, 2000). Desta forma, o papel da TI vai além da compreensão de suas ferramentas e tem cada vez mais ocupado um importante papel estratégico nas organizações, afetando as regras de competição, ao mesmo tempo em que melhora o planejamento, a coordenação e a tomada de decisão (Ribeiro, Ziviani, Tadeu & de Ramos Neves, 2019). Portanto, o objetivo não é a automatização dos processos de negócios, mas a sua reestruturação, a fim de obter melhores resultados para os clientes por meio de transações mais precisas e eficientes, proporcionando melhores resultados na cadeia de valor.

4.3 DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

A criação de valor industrial nos primeiros países industrializados é atualmente moldada pelo desenvolvimento em direção à quarta etapa da industrialização, a chamada Indústria 4.0.

A análise dos artigos localizados em base de dados internacionais permite elencar alguns desafios e oportunidades esperados da Indústria 4.0 para a Gestão do Conhecimento e Tecnologias da Informação (Quadro 2), de acordo com os fatores de criação de valor identificados.

Quadro 2 - Desafios e oportunidades da gestão do conhecimento e tecnologias da informação na Indústria 4.0

Fatores de Criação de valor	Características e impactos da Indústria 4.0	Desafios e oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologias da informação
Equipamentos	Os equipamentos de fabricação serão caracterizados pela aplicação de máquinas-ferramentas e robôs altamente automatizados.	As tecnologias dinâmicas e adaptáveis possibilitarão maior integração e utilização eficaz dos ativos tecnológicos e do conhecimento (Kamp; Ochoa & Diaz, 2016; Musil, Musil & BiffL, 2016; Scheuermann, Bruegge, Folmer & Verclas, 2015).
Humanos	Os trabalhos atuais em manufatura enfrentam alto risco de serem automatizados em grande medida (Frey & Osborne, 2017) promovendo a redução do número de trabalhadores. Os trabalhos de manufatura remanescentes conterão mais trabalhos de conhecimento, bem como, tarefas mais curtas e difíceis de planejar (Ganschar, Gerlach, Hämmerle, Krause & Schlund, 2013).	A necessidade do desenvolvimento dos trabalhadores vai além das tecnologias empregadas na Indústria 4.0. As capacidades organizacionais necessárias para este novo momento dos setores produtivos, demandam de aprendizagem organizacional, capacidade de absorção e desenvolvimento de capacidades dos trabalhadores (Posselt, Böhme, Aymans, Herrmann & Kauffeld, 2016; Synnes & Welo, 2016).
Organizacionais	A crescente complexidade organizacional no sistema de manufatura não pode ser gerenciada por uma instância central a partir de um determinado ponto. Assim, a tomada de decisão será deslocada de uma instância central para as instâncias descentralizadas. Essas considerarão autonomamente a informação local para a tomada de decisão (Kletti, 2015), a ser realizadas pelos trabalhadores ou pelo equipamento usando métodos do campo da inteligência artificial.	Integração e utilização eficaz dos ativos tecnológicos requerendo o estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento de soluções ágeis e eficazes. A tendência é que estas parcerias sejam interdisciplinares, estabelecidas com fornecedores e outros stakeholders que detêm conhecimento específico, o que permite o intercâmbio eficiente de conhecimento (Kamp et al., 2016; Musil et al., 2016; Scheuermann et al., 2015).
Processos	As tecnologias de manufatura aditiva (impressão 3D), serão cada vez mais implementadas em processos de criação de valor, já que os custos da manufatura aditiva caíram nos últimos anos, aumentando em termos de velocidade e precisão (Hagel Brown, Kulasooriya, Giffi & Chen, 2015).	Desenvolvimento de tecnologias que garantam a interoperabilidade de sistemas, serviços e informações, proporcionando maior adaptação com os sistemas e tecnologias já existentes (Burslaff & Bartelt, 2017; Gasová; Gaso & Stefanik, 2017; Kamp et al., 2016; Musil et al., 2016;).
Produtos	Os produtos serão fabricados em tamanho de lote de acordo com as necessidades individuais do cliente (Dorst, 2015).	Desenvolvimento de tecnologias promotoras de soluções econômicas compatíveis com as necessidades dos clientes (Kamp et al., 2016).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019 a partir de do Amaral Aires, Moreira & de Sá Freire, 2017; Stock & Seliger, 2016

Um maior detalhamento dos aspectos que envolvem a Quadro 2 serão informados nos próximos parágrafos.

Os equipamentos de fabricação utilizados na indústria 4.0 serão capazes de se adaptar de forma flexível às mudanças nos outros fatores de criação de valor, como por exemplo os robôs estarão trabalhando em colaboração com os trabalhadores em tarefas conjuntas (Kagermann et al., 2013). Para isso torna-se primordial que ocorra o desenvolvimento de competências técnicas dos trabalhadores, bem como de criação e ou aprimoramento de tecnologias que permitam a aprendizagem organizacional. A chave para o tão almejado sucesso organizacional é a capacidade de capturar conhecimento, transformá-lo em aprendizagem organizacional e reutilizá-lo de forma eficaz na tomada de decisões mais inteligentes (Kimiz, 2005). Burslaff e Bartelt (2017) ressaltam a importância de uma arquitetura baseada no conhecimento e de garantir que o conhecimento seja reutilizável, pois esta é uma tendência no contexto da Indústria 4.0.

No que tange os processos, as tecnologias de manufatura aditiva permitem projetar geometrias mais complexas, mais fortes e mais leves, e em escalas maiores de produtos (Hagel et al., 2015). Por sua vez, Scheuermann et al. (2015) apresentam a aplicação da realidade aumentada nas manutenções industriais como uma das tecnologias da indústria 4.0. Assim, faz-se importante a existência de uma abordagem holística de eficiência de recursos da Indústria 4.0 ao projetar cadeias de processo de manufatura apropriadas ou ao usar novas tecnologias, como ferramentas projetadas internamente.

A customização em massa do produto integra o cliente o mais cedo possível na cadeia de valor. O produto físico também será combinado com novos serviços, oferecendo funcionalidade e acesso, em vez de propriedade do produto, ao cliente como parte de novos modelos de negócios (Hagel et al., 2015). Neste sentido, Kamp et al. (2016) alertam para o desafio de superar barreiras humanas para que as parcerias entre clientes e fornecedores sejam construídas baseadas em confiança mútua, o que requer a “construção de pontes” entre todos os stakeholders envolvidos, inclusive o consumidor.

O compartilhamento do conhecimento é uma das peças chaves da quarta revolução industrial (Burslaff & Bartelt, 2017; Scheuermann et al., 2015) visando o aperfeiçoamento do desempenho organizacional, no intuito de diminuir desperdício de tempo e recursos na busca por conhecimento. Pode-se considerar então que o trabalhador do conhecimento será peça chave na indústria 4.0, atuando como elemento mais flexível do processo de fabricação. Com o apoio de tecnologias e da gestão do conhecimento melhores decisões poderão ser tomadas no processo fabril. A aprendizagem organizacional e dos indivíduos surge como fator crítico a ser gerenciado para obtenção de resultados eficazes e que contribuam para a construção de

vantagens competitivas e criação de valor mais duradouras (Stocker, Brandl, Michalczuk & Rosenberger, 2014).

Desta forma, o capital humano sendo considerado um fator crítico do sucesso dos negócios 4.0, surge a preocupação de desenvolvimento de competências nos trabalhadores das indústrias 4.0 (Aires, Kempner-Moreira & Freire, 2017). As competências mais requeridas pelas indústrias 4.0 são: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos, elencadas com base em pesquisas de renomadas organizações como a Confederação Nacional da Indústria (CNI), Deloitte e *World Economic Forum* (WEF) e artigos científicos publicados na base de dados internacionais Scopus.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para concretização deste estudo foi empreendida uma pesquisa qualitativa de natureza exploratório-descritiva. Se enquadra quanto aos meios como pesquisa bibliográfica, por relacionar referências publicadas e discute as contribuições científicas, tanto acadêmicas quanto organizacionais, dos construtos Gestão do Conhecimento, Tecnologias de Informação e Indústria 4.0, atendendo ao objetivo específico (i) mapear os conceitos e aspectos que caracterizam o processo de evolução dos ambientes industriais. No decorrer de cada nova revolução industrial, dominar as tecnologias presentes nas indústrias foi critério chave para a construção de vantagens competitivas. Na indústria 4.0 os novos sistemas de fabricação devem ser projetados para atender às necessidades humanas envolvendo um efeito profundo que não se limita à própria indústria e ao mercado, influenciando também o estilo de vida e o modo como o ser humano trabalha, atuando com engenharia *end-to-end* em todo o ciclo de vida do produto, de modo a proporcionar criação de valor integralmente na rede envolvida.

Em atendimento ao segundo propósito, (ii) identificar o papel da gestão do conhecimento e das tecnologias da informação como facilitadores da Indústria 4.0. Percebe-se pelos estudos realizados que a Indústria 4.0 requer, além de outros fatores, do desenvolvimento e controle de sistemas de informação adequados para suportar e agilizar as transações necessárias e tomadas de decisão mais assertivas. As ferramentas tecnológicas possuem um papel primordial no gerenciamento e controle do canal logístico. Isso contribuirá proativamente para aumentar a produtividade organizacional e a competitividade no século XXI. Por sua vez, as vantagens competitivas estão cada vez mais dependentes da forma como as organizações

criam, estocam, reproduzem, difundem e assimilam o conhecimento em diferentes contextos, incorporando rapidamente em novas tecnologias, produtos e serviços.

Este artigo elenca os desafios e as oportunidades para gestão do conhecimento e tecnologias da informação proporcionando maior criação de valor para a Indústria 4.0., cumprindo assim, com o último objetivo específico (iii). Observa-se que as tecnologias de informação de apoio à gestão do conhecimento viabilizam o desenvolvimento da Indústria 4.0 ao favorecer o gerenciamento do conhecimento ao longo das redes formadas e de possibilitar a adoção e uso das ferramentas de apoio ao desenvolvimento da Indústria 4.0 pelos usuários. Isso torna a Indústria 4.0 mais competitiva, ao otimizar os resultados dos fatores de criação de valor, elencados no Quadro 2 (Equipamentos, Humanos, Organizacionais, Processos e Produtos), respondendo assim, a questão de pesquisa no que concerne as oportunidades e desafios impostos a gestão de conhecimentos e tecnologias da informação.

Em síntese, alguns desafios e oportunidades identificados apresentados no Quadro 2 foram: adoção de tecnologias dinâmicas e adaptáveis possibilitará uma maior integração e utilização eficaz dos ativos tecnológicos e do conhecimentos; gerenciamento das capacidades organizacionais requeridas para este novo momento dos setores produtivos, demandando aprendizagem organizacional, capacidade da absorção e aprimoramento de capacidades dos trabalhadores; estabelecimento de parcerias para a construção de soluções ágeis e eficazes para integração e utilização eficaz dos ativos tecnológicos e intercâmbio eficiente de conhecimentos; criação de tecnologias que garantam a interoperabilidade de sistemas, serviços e informações, visando proporcionar uma adaptação com os sistemas e tecnologias já existentes; desenvolvimento de tecnologias que promovam soluções econômicas e compatíveis com as necessidades dos clientes.

Estes resultados estão diretamente associados ao grau de eficácia com que o conhecimento é gerenciado na Indústria 4.0. Desta forma, seria possível correlacionar os resultados obtidos da aplicação dos sistemas de gestão do conhecimento e das tecnologias de informação com o desempenho da Indústria 4.0, os quais podem ser traduzidos em criação de valor e competitividade. Todavia, para garantir o sucesso de uma estrutura interorganizacional, é fundamental que se estabeleça um fluxo contínuo de conhecimento para reduzir custos e aumentar os benefícios coletivos. Assim, gerenciar o conhecimento na Indústria 4.0 é redesenhar sua estrutura interna e suas relações externas, criando redes de conhecimento para facilitar a comunicação de dados, informações e conhecimento, ao mesmo tempo em que melhora a coordenação, tomada de decisão e planejamento.

Algumas orientações de pesquisa futuras podem ser empreendidas no âmbito da tecnologia da informação e gestão do conhecimento na Indústria 4.0: I) Desenvolver um modelo para o sistema de gestão do conhecimento para o ambiente da Indústria 4.0; II) Estudar as implicações das tecnologias emergentes de informação e comunicação na gestão do conhecimento na Indústria 4.0.

Ainda não existe uma literatura ampla e casos empíricos sobre a gestão do conhecimento e tecnologias da informação na indústria 4.0 por tratar-se de um tema em desenvolvimento, sendo uma limitação deste estudo.

Por fim essa pesquisa proporcionou algumas reflexões importantes. Os atuais ambientes da Indústria 4.0 precisam se concentrar no gerenciamento de ativos de conhecimento. Os sistemas de informação facilitam a comunicação aberta para desenvolver redes de conhecimento que eventualmente levarão à difusão da inovação para melhorar a competitividade da organização. As redes abertas permitem um grande volume de dados e informações e isso requer a determinação de um sistema adequado de armazenagem e mineração de dados para gestão do conhecimento na Indústria 4.0. Assim, ao disponibilizar as informações certas para as pessoas certas, a disseminação do conhecimento contribuirá significativamente para o aumento da produtividade e competitividade das organizações.

REFERÊNCIAS

- Abbade, E. B. (2016). Interorganizational Alignment of Strategic Orientations in Supply Chains. *Revista de Negócios*, 20(2), 15-30
- Aires, R. W. A., Kempner-Moreira, F. K., & Freire, P. S. (2017). Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In *Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – CIKI*. Vol. 7
- Bervian P. A., Cervo A. L., & Silva R. (2002). *Metodologia científica*. São Paulo: Prentice Hall
- Burzlaff, F., & Bartelt, C. (2017). Composição de arquitetura orientada por conhecimento: formalização baseada em casos de conhecimento de integração para permitir o acoplamento automático de componentes. Em 2017, *Conferência Internacional do IEEE sobre Oficinas de Arquitetura de Software (ICSAW)* (pp. 108-111). IEEE
- Christopher, M. (2012). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos* (4a ed.). São Paulo: Cengage Learning
- Civi E. (2000). *Knowledge management as a competitive asset: a review*. *Market. Intell. Plann.*, 8(4), 166–174
- De Abreu, P. H. C. (2018). Perspectivas para a gestão do conhecimento no contexto da indústria 4.0. *South American Development Society Journal*, 4(10), 126-145

- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information systems research*, 3(1), 60-95
- Diogo R. A., Junior, Armando K., & Santos N. (2019). A transformação digital e a gestão do conhecimento: contribuições para a melhoria dos processos produtivos e organizacionais. *P2p E Inovação*, 5.2: 154-175
- Do Amaral Aires, R. W., Moreira, F. K., & de Sá Freire, P. (2017). Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento. *SUCEG- Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo*, 1(1), 224-247
- Dorst, W. (Ed.). (2015). *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0: Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0*. Bitkom Research GmbH
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0* (Vol. 150). D. Spath (Ed.). Stuttgart: Fraunhofer Verlag
- Gášová, M., Gašo, M., & Štefánik, A. (2017). Advanced industrial tools of ergonomics based on Industry 4.0 concept. *Procedia Engineering*, 192, 219-224
- Gausemeier, J., Czaja, A., & Dülme, C. (2015). Innovationspotentiale auf dem Weg zu Industrie 4.0. *Entwurf mechatronischer Systeme*, 11
- Gil A. C. (2002). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas
- Gunasekaran A., & Ngai E. W. T. (2014). Expert systems and artificial intelligence in the 21st century logistics and supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 1.41:1-4
- Hagel III, J., Brown, J. S., Kulasooriya, D., Giffi, C., & Chen, M. (2015). The future of Manufacturing-Making things in a changing world. *Future of the Business Landscape*, 4-18
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014). Wandel von Produktionsarbeit – Industrie 4.0. *WSI-Mitteilungen*, 67(6), 421-429
- Ho C.-T. (2009). The relationship between knowledge management enablers and performance. *Industrial Management and Data Systems* 109 (1), pp. 98-117
- Kagermann H., Wahlster W., & Helbig J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*. Berlin: Promotor engruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft.
- Kamp, B., Ochoa, A., & Diaz, J. (2017). Servitização inteligente no contexto das relações industriais usuário-fornecedor: contingências de acordo com um fabricante de máquinas-ferramenta. *Revista Internacional de Design Interativo e Fabricação (IJIDeM)*, 11 (3), 651-663
- Kimiz, D. (2005) *Knowledge management in theory and practice*. Boston: Elsevier.
- Kletti, J. (2015). Zukunftskonzept MES 4.0 *Dezentrale Regelkreise synchronisieren*. *IT & Production*, (04)
- Lai, H. & Chu, T.-H. (2002), «Gestão do conhecimento: uma revisão de casos industriais». *Journal of Computer Information Systems*, vol. 42 (5), pp. 26-39
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239

- Laurindo, F.J.B. & Mesquita, M.A. (2000). Material Requirements Planning: 25 anos de História – Uma Revisão do Passado e Prospecção do Futuro. São Carlos: *Gestão e Produção*, v.7, n°3
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia Cirp*, 16, 3-8
- Leonardi J., & Bastos R. C. (2014). Bases epistemológicas da teoria de criação de conhecimento organizacional. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, v. 4, n. 2, p. 3 – 18
- Malavasi M., & Schenetti G. (2017). *Lean manufacturing and Industry 4.0: an empirical analysis between sustaining and disruptive change*
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards lean production in industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466-47.
- Musil, A., Musil, J., & Biffl, S. (2016). Towards collective intelligence system architectures for supporting multi-disciplinary engineering of Cyber-physical production systems. In 2016 1st *International Workshop on Cyber-Physical Production Systems*, pp. 1-4
- Perovano D. G. (2016). *Manual de metodologia da pesquisa científica*. Curitiba: InterSaberes
- Politecnico di Milano. (2017). *L'interoperabilità nella Fabbrica 4.0: standard, architetture e approcci per interconnettere macchinari e processi*, Observatory Industry 4.0
- Posselt, G., Böhme, S., Aymans, S., Herrmann, C., & Kauffeld, S. (2016). Intelligent learning management by means of multi-sensory feedback. *Procedia CIRP*, 54, 77-82
- Ribeiro, J. S. D. A. N., Ziviani, F., Tadeu, H. F. B., & de Ramos Neves, J. T. (2019). Gestão do conhecimento e sistemas de informação na cadeia de suprimentos global. *RBBB. Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, 15(2), 251-289
- Ribeiro, J. S. D. A. N., Calijorne, M. A. S., Jurza, P. H., & Ziviani, F. (2018). The articulation between innovation and competences anchored by knowledge management aiming sustainable competitive advantage. *Brazilian Journal of Information Science: Research Trends*, 12.2
- Scheuermann, C., Bruegge, B., Folmer, J., & Verclas, S. (2015). Incident Localization and Assistance System: A Case Study of a Cyber-Physical Human System. *International Conference on Communications in China-Workshops*, pp. 57-61
- Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., & Verl, A. (2015). Making existing production systems Industry 4.0-ready. *Production Engineering*, 9(1), 143-148
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia Cirp*, 40, 536-541
- Stocker, A., Brandl, P., Michalczuk, R., & Rosenberger, M. (2014). Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 131(7), 207-211
- Synnes, E. L., & Welo, T. (2016). Enhancing integrative capabilities through lean product and process development. *Procedia CIRP*, 54, 221-226
- Trivinhõs A. N. S. (1987). *Introdução à pesquisa em ciências sociais*. São Paulo, Editora Atlas
- Vergara S. C. (2015). *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo-SP: Editora Atlas S.A.