

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre Innovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E GESTÃO DO CONHECIMENTO NA INDÚSTRIA 4.0

JUREMA SUELY DE ARAÚJO NERY RIBEIRO

Universidade FUMEC, Universidade UEMG e Universidade PUC Minas, Brasil
jurema.nery@gmail.com

FABRÍCIO ZIVIANI,

Universidade FUMEC, Universidade UEMG e Fundação Dom Cabral, Brasil
fabricio.ziviani@fumec.br

FÁBIO CORRÊA

Universidade FUMEC e Universidade UFSJ, Brasil
fabiocontact@gmail.com

RENATA DE SOUZA FRANÇA

Universidade FUMEC e Universidade UEMG, Brasil
profrenatafranca@gmail.com

FERNANDO HADAD ZAIDAN

Instituto de Educação Tecnológica, IETEC.
fhzaidan@gmail.com

RESUMO

A Indústria 4.0 tem sido responsável por revolucionar a maneira como são produzidos os bens nas linhas de produção, visto que as tecnologias empregadas nos processos produtivos estão fomentando a personalização da produção em massa, e viabilizando a inovação nos modelos de negócios. Para tal, faz-se importante estabelecer um sistema de informação integrado, que facilite a inovação e a difusão do conhecimento ao longo da cadeia de suprimentos. Considerando a crescente importância da Indústria 4.0 e partindo do pressuposto que os sistemas de informação são componentes integrais dos sistemas de gestão do conhecimento, este artigo objetivou identificar, por meio de publicações científicas, como as tecnologias de informação podem possibilitar um ambiente propício ao gerenciamento do conhecimento para obtenção de maior competitividade da Indústria 4.0. Foi empreendida uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório-descritivo e bibliográfica quanto aos meios, por relacionar referências publicadas e discutir as contribuições científicas dos construtos pesquisados. Por resultado, foram indicadas ferramentas tecnológicas usadas para viabilizar o gerenciamento do conhecimento em Indústrias 4.0, a fim de aumentar a competitividade e alavancar o seu desempenho. Posteriormente, foram identificadas algumas orientações de pesquisa futuras.

Palavras-chave: Gestão do conhecimento. Indústria 4.0. Inovação. Sistemas de informação. Tecnologias de informação.

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias de informação avançadas têm sido utilizadas para alavancar o desenvolvimento da Indústria 4.0, porém torna-se primordial estabelecer um sistema de informação integrado, que facilite tanto a inovação como a difusão do conhecimento ao longo da cadeia de suprimentos para aumento da produtividade, da qualidade e da competitividade organizacional e para o desenvolvimento da Indústria 4.0.

Contudo, devido aos significativos volumes de dados e informações que circulam atualmente, as organizações estão enfrentando desafios para gerenciá-los para a rápida tomada de decisões, objetivando o aumento de produtividade. Muitos sistemas de manufatura não estão prontos para gerenciar esses volumes significativos de dados e informações devido à falta de ferramentas analíticas inteligentes. A Alemanha está liderando uma importante transformação para a Revolução Industrial da 4ª Geração (Indústria 4.0), baseada na fabricação e inovação de serviços habilitados pelo Sistema *Ciber-Físico* (Lee, Kao & Yang, 2014). Esses Sistemas *Ciber-Físicos*, combinam o real com o virtual e conectando sistemas digitais, físicos e biológicos, permitindo a produção personalizada em massa (Schwab, 2016).

Diante da premente necessidade de gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0 e partindo do pressuposto que os sistemas de informação são componentes integrais dos sistemas de Gestão do Conhecimento (GC), surge a indagação de como as tecnologias de informação podem possibilitar um ambiente propício ao gerenciamento do conhecimento para obtenção de maior competitividade da Indústria 4.0.

Para auxiliar o atingimento desse objetivo geral os seguintes objetivos específicos foram delineados: (i) investigar a importância da gestão do conhecimento na Indústria 4.0; (ii) identificar as principais soluções tecnológicas adotadas na Indústria 4.0; (iii) identificar as principais ferramentas tecnológicas propostas como apoiadora da GC; (iv) indicar as ferramentas tecnológicas usadas para viabilizar o gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0.

Para tal este artigo foi construído em cinco seções, sendo que na seção 2 são apresentados os conceitos basilares relacionados à Gestão do Conhecimento, à Tecnologia da Informação e à Indústria 4.0; na seção 3 encontram-se os procedimentos metodológicos desta pesquisa; na seção 4 a apresentação e análise dos resultados; e na seção 5 as considerações finais deste estudo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Gestão do Conhecimento na Indústria 4.0

A gestão do conhecimento (GC) envolve a identificação e análise do conhecimento disponível e exigido e o subsequente planejamento e controle de ações para desenvolver ativos de conhecimento, e assim cumprir os objetivos organizacionais. Os ativos de conhecimento são o conhecimento sobre mercados, produtos, tecnologias e organizações que uma empresa possui ou precisa possuir e que permitem que seus processos de negócios gerem lucros (Civi, 2000).

Ho (2009) defende que a GC além de gerir os ativos do conhecimento, busca também a gestão dos processos que operam nestes ativos, abrangendo amplamente os aspectos de desenvolvimento, preservação, utilização e compartilhamento do conhecimento, tornando a organização mais eficiente e competitiva (Ribeiro, Calijorne, Jurza & Ziviani, 2018), auxiliando na tomada de decisões e melhorando o desempenho do processo organizacional (Ho, 2009), de forma criar novas competências organizacionais, a partir da institucionalização de experiências, conhecimentos e expertises, e 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 não só resulta da combinação e do aumento de ativos tangíveis, da agilidade e qualidade da produção de bens, mas 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).

Entretanto, para garantir o sucesso de uma estrutura interorganizacional, é necessário 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.

2.2. Soluções tecnológicas adotadas 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. Desta forma, as organizações começaram a investir recursos significativos na Indústria 4.0, uma vez que os níveis tradicionais de produtividade se encontravam exauridos, pois já haviam sido explorados ao máximo (Malavasi & Schenetti, 2017).

2.2.1 Tecnologias Tradicionais

No centro deste paradigma em transformação estão as tecnologias digitais. Estas podem ser consideradas os meios, não o objetivo da Quarta Revolução Industrial. Essas tecnologias 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). Essas representam o início de um processo de inovação e podem ser encontradas no campo da produção e logística, e também no processo de desenvolvimento de engenharia e produto.

2.2.1.1 Tecnologias em Logística e Produção

Na área de logística e produção, diferentes Soluções Tecnológicas Tradicionais podem ser encontradas, a saber:

- *Supervisory Control e Data Acquisition* (SCADA) - Responsável pelas operações fundamentais como a aquisição de dados, supervisão e controle;
- *Programmable Logic Controller* (PLC) - Implementação de lógica de controle baseada em um programa específico (Boyer, 2009);
- *Manufacturing Execution System* (MÊS) - Visa potencializar as operações de manufatura (Saenz de Ugarte, Artiba & Pellerin, 2009);
- *Scheduler* - É uma ferramenta flexível e inteligente capaz de formular um programa operacional de curto prazo (Saenz de Ugarte et al., 2009);
- *Advanced Planning System* (APS) - É responsável pelo monitoramento do progresso efetivo da produção e do nível de consumo de recursos;
- *Warehouse Management System* (WMS) - Controla e gerencia todos os processos logísticos do armazém (Tavares, 2018);
- *Computerized Maintenance Management System* (CMMS) - É responsável pelo gerenciamento de informações para controlar e supervisionar os processos de manutenção (Garg & Deshmukh, 2006);
- *Distribution Requirements Planning* (DRP) - Objetiva a manutenção de um nível adequado de estoque em um ambiente com vários armazéns servindo a diferentes localidades geográficas (Enns & Suwanruji, 2000);
- *Transportation Management Systems* (TMS) - Otimiza os recursos gerenciando as atividades de transporte de mercadorias (Nazário, 1999);

- *Geographic Information Systems (GIS)* - Trata a informação espacial desenvolvendo mapas digitais que podem ser combinados com camadas de informação (Aronoff, 1989);
- *Geo-positioning Systems (GPS)* - Identificam a posição de qualquer veículo ou pessoa através da sua latitude e longitude geográfica e de mapas digitalizados (Monteiro, 2009);
- *Just in time (JIT)* - Objetiva produzir o item certo, na quantidade certa, no tempo certo, minimizando os estoques, maximizar a qualidade do produto e a eficiência da produção (Slack, Chambers & Johnston, (2009);
- *Materials Requirements Planning (MRP)* - Calcula a quantidade de matéria prima e de produtos necessários (Ballou, 2001);
- *Manufacturing Resources Planning (MRPII)* - Integra os processos de gestão da produção e dos negócios, calculando os recursos necessários (Ballou, 2001);
- *Efficient Consumer Response (ECR)* - Ocorre pelo comprometimento de cooperação em cinco áreas: compartilhamento das informações em tempo real, gerenciamento das categorias, reabastecimento contínuo, padronização e custeio baseado nas atividades (Wanke, 2004);
- *Vendor Managed Inventory (VMI)* - Permite ao fornecedor administrar os estoques e reabastecer seus clientes quando necessário (Wanke, 2004);
- *Computer Integrated Manufacturing (CIM)* - ajuda os sistemas de manufatura a utilizar sistemas informatizados na fabricação (Delaram & Valilai, 2018);
- *Capacity Resources Planning (CRP)* - Calcula as necessidades de capacidade produtiva (Tavares, 2018);

2.2.1.2 Tecnologias em Engenharia e Desenvolvimento de Produto

Na área de engenharia e desenvolvimento de produtos, muitas tecnologias foram desenvolvidas, tais como:

- *Computer Aided Design (CAD 2D / 3D)* - Permite projetar documentos técnicos em um PC em duas ou três dimensões, fornecendo uma visão mais realista do produto;
- *Finite Element Method (FEM)* e *Computational Fluid Dynamics (CFD)* - São sistemas designados para a análise e simulação, visando à redução do processo de desenvolvimento;
- *Product Lifecycle Management (PLM)* - Conjunto de ferramentas capazes de coordenar e apoiar processos de desenvolvimento e engenharia (Stark, 2015);
- *Product Development Management (PDM)* - gerencia e armazena dados técnicos de um produto (Loch & Kavadias, 2008);
- *Lifecycle Management (CLM)* - Suporta o gerenciamento de diferentes configurações de listas de materiais, especialmente para produtos complexos e dinâmicos.

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).

2.2.2.1 Tecnologias de Informação

As Tecnologias de Informação (TI) incluem: a Internet das coisas industrial a Análise Industrial (*Industrial Analytics*) e a Manufatura em nuvem (*Cloud Manufacturing*).

- *Industrial Internet of Things (IIoT)* - Refere-se a sensores interconectados, instrumentos e outros dispositivos conectados em rede com computadores industriais (Jeschke, Brecher, Meisen, Özdemir & Eschert, 2017), que processam os dados produzidos pelas máquinas. De acordo com Baheti & Gill (2011) a aplicação no setor industrial de Objetos Inteligentes e Redes Inteligentes (abertas, padrão e multifuncionais) é reunida sob o paradigma de Sistemas Ciber-Físicos (CPS - *Cyber-Physical Systems*);
- Análise Industrial - É representada por ferramentas e metodologias que permitem a elaboração de uma enorme quantidade de dados, os chamados *Big Data*, provenientes de Sistemas *IoT* conectados à camada de fabricação ou também da troca de dados entre sistemas de TI que suportam o processo de planejamento e integração de fluxos;
- Manufatura em Nuvem - Garante um acesso aberto, compartilhado e programável a recursos, por meio da internet, para gerenciar com eficiência toda a cadeia de suprimentos e apoiar o processo de produção (Jeschke et al., 2017).

2.2.2.2 Tecnologias Operacionais

As Tecnologias Operacionais permitem uma grande interligação entre os recursos utilizados nos processos operacionais, incluindo:

- Automação avançada - Refere-se à evolução recente do sistema de produção automatizado. O caso mais evidente é o dos Robôs Colaborativos (Co-bots - *Collaborative Robots*), projetados para trabalhar lado a lado com indivíduos em condições de segurança (Colgate, Wannasuphprasit & Peshkin, 1996);
- *Advanced Human-Machine Interface (HMI)* - Faz referência a dispositivos vestíveis e a interfaces capazes de adquirir dados ou gerenciar informações em formato tátil, vocal ou visual, visando melhorar os procedimentos e condições de trabalho e auxiliar na tomada de decisão mais rápida (Nee, Ong, Chrystolouris & Mourtzis, 2012). Downs (2005) cita como exemplo: displays de toque; *scanners* 3D e Realidade Aumentada;
- Manufatura Aditiva - É conhecida como impressão 3D, que produz objetos por meio de uma impressão de camada por camada (Nee et al., 2012). Permite produzir pequenos lotes de produtos que são personalizados.

2.3 Tecnologia da Informação na Gestão do Conhecimento

Os recentes avanços em tecnologia da informação tiveram um impacto profundo na última emergência do gerenciamento de conhecimento. A evolução tecnológica implica em novas interações junto a GC, por meio de apoio aos processos de compartilhamento e uso, e pela percepção destas como fontes de informação para novos conhecimentos.

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. Observa-se assim, que o conhecimento se tornou fonte certa de uma vantagem competitiva duradoura (Nonaka & Takeuchi, 2008; Ribeiro, Calijorne, Jurza & Ziviani, 2017; Rodriguez, 2010; Tigre, 2006; Valentim, 2008).

A tecnologia sempre foi um pilar da gestão do conhecimento por sua representação em estruturas teóricas de sistematização da gestão do conhecimento (Batista, 2012; Davenport & Prusak, 1998). O verdadeiro desafio para as empresas não é simplesmente ter uma tecnologia

de informação sofisticada, mas sim descobrir como empregar esses recursos para permitir a criação e troca de conhecimento entre pessoas nas organizações, tornando-se primordial para o sucesso das organizações.

Uma diversidade de tecnologias é mencionada ao longo do desenvolvimento da gestão do conhecimento, podendo assumir as seguintes aplicabilidades:

- Sistemas de Informações Empresariais (SAD, SIE, SIG) - Assumem papel de apoio aos níveis táticos, estratégicos e operacionais da organização (Carvalho & Brittos, 2006);
- *Customer Relationship Management* (CRM) - É orientado para as informações de clientes (Ferreira, Varajão & Cunha, 2016);
- *Enterprise Resource Planning* (ERP) - Trata as informações de toda a organização com vistas ao planejamento dos recursos (Nganga & Leal, 2015);
- Bancos de dados - Representam repositórios, ou armazéns de conhecimentos (Elmasri, 2008);
- *Data Mart* - Consistem em armazéns de dados de determinada área da organização que apoiam a tomada de decisão (Reis, Angeloni & Serra, 2010);
- *Data Mining* - Trata-se de um processo não trivial de identificação de padrões válidos de novos dados úteis a organização (Reis et.al., 2010);
- *Data Warehouses* - Trata-se de uma coleção de tecnologias de suporte à decisão, (Elmasri, 2008);
- Os prefixos intra, extra e inter situam o âmbito de atuação da rede para a organização (Cornélio, Abreu & Costa, 2010);
- Portal corporativo - Fazem uso da infraestrutura de rede e disponibilizam informações do negócio (Silva & Gasque, 2016);
- Sistema de Recuperação da Informação (SRI) - Atuam sobre representação da informação e controle do registro do conhecimento (Froes & Cardoso, 2008);
- *Web 2.0* - Organização do conteúdo para sua recuperação (Cornélio et al., 2010);
- *Web 3.0* - Geração e distribuição de conteúdo útil, de acordo com as necessidades dos usuários (Eis, 2017);
- Processamento de linguagem natural - Busca simular e reproduzir as faculdades humanas por meio de mecanismos inteligentes (Froes & Cardoso, 2008);
- Sistemas especialistas - Permitem a estruturação do conhecimento de indivíduos peritos da organização em um conjunto de regras que ancoram a realização de raciocínios complexos (Carvalho, 2000);
- Fóruns e *Chats* - Ferramentas orientadas para a interação entre os indivíduos para criação e compartilhamento de conhecimentos, que comportam grupos discussões virtuais (Schons & Costa, 2008);
- *Clipping* - Seleção de informações orientadas ao negócio (Schons et al., 2008);
- *Blogs* - Para compartilhamento de conhecimentos (Schons et al., 2008);
- Ferramentas *Office* - Englobam tecnologias de criação do conhecimento de forma colaborativa (Cornélio et al., 2010);
- *Google docs* - Criação do conhecimento de forma colaborativa pelo escritório online (Cornélio et al., 2010);
- *Excell* - Permitem a construção compartilhada de conhecimentos;
- *Wikis* - Admite a escrita colaborativa entre os leitores (Froes et al., 2008);
- Gestão Eletrônica de Documentos (GED) e Gestão Eletrônica de Conteúdo (GEC) - Facilitam o acesso, arquivamento e difusão dos conhecimentos explícitos (Rodrigues et al., 2001);

As tecnologias são fatores que se inclinam a impulsionar as ações voltadas para o conhecimento, seja na criação, compartilhamento ou uso deste ativo (Corrêa, De Lacerda, Ziviani, De Souza França & Ribeiro, 2018). A maturidade obtida por meio do aprendizado destas iniciativas permitiu que a tecnologia fosse posicionada, corretamente, como elementos meio para a gestão do conhecimento e não mais como elementos centrais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Situada no propósito de investigar como os sistemas de informação podem possibilitar um ambiente propício para o gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0 proporcionando maior competitividade, esta pesquisa se caracteriza pela natureza exploratória descritiva, com abordagem qualitativa.

Exploratória por buscar familiarização com o problema visando descobrir relações entre os elementos analisados (Bervian, Cervo & Silva, 2002; Perovano, 2016) e descritiva por promover a descrição dos fenômenos e de suas relações (Trivinões, 1987; Gil, 2002), aprofundando a compreensão sobre as implicações da gestão do conhecimento e dos sistemas de informação na competitividade da Indústria 4.0, contribuindo nas construções teóricas e práticas dedicadas aos fundamentos defendidos, orientando as organizações para que haja entendimento 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 discute as contribuições científicas, tanto acadêmicas quanto organizacionais, dos construtos gestão do conhecimento, sistemas 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).

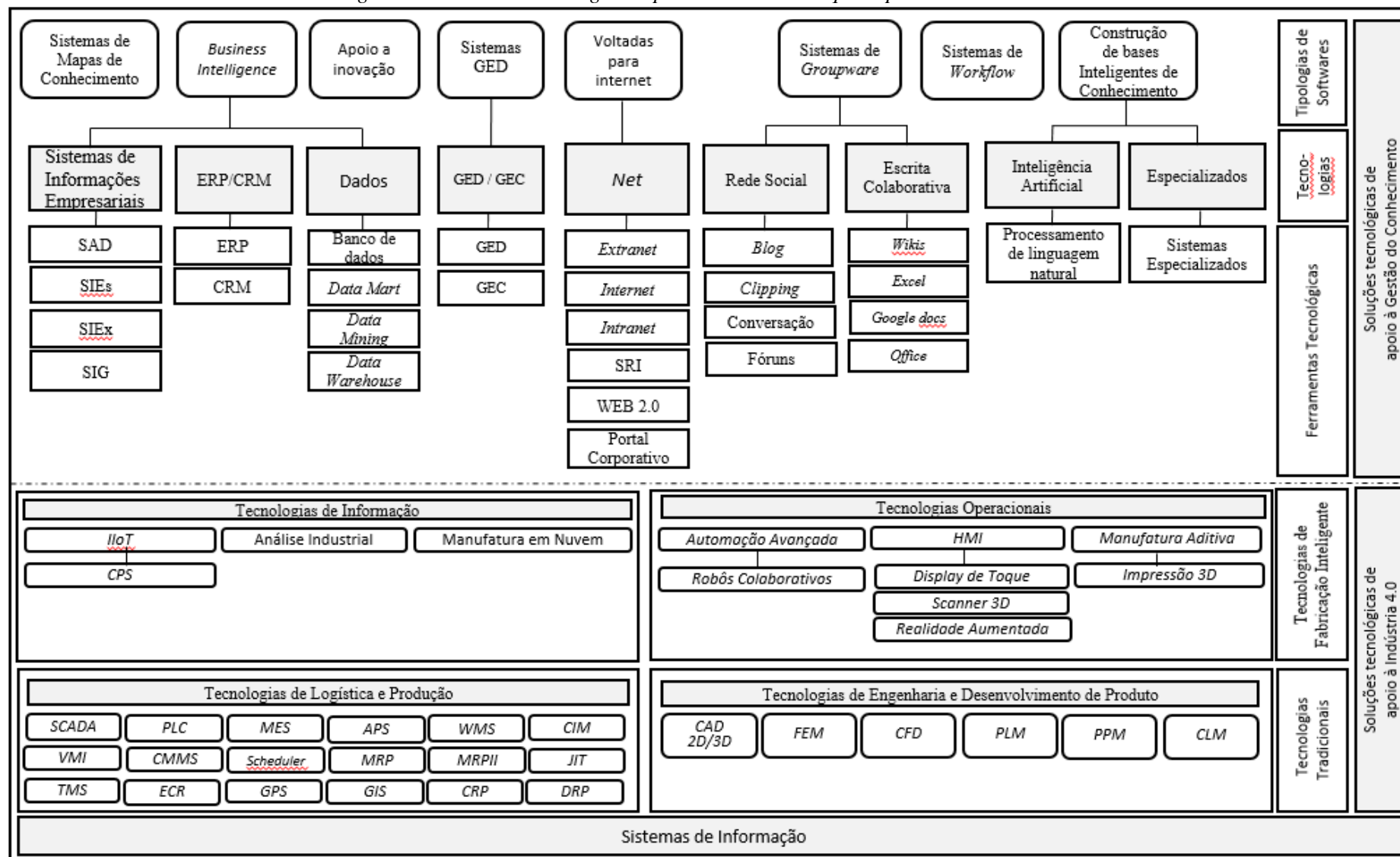
A seção seguinte elucida a indicação das ferramentas tecnológicas e de gestão do conhecimento, para o gerenciamento do conhecimento nas Indústrias 4.0.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

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. As ferramentas tecnológicas possuem um papel primordial no gerenciamento e controle do canal logístico. Buscando indicar as ferramentas tecnológicas de apoio à gestão do conhecimento e à Indústria 4.0, identificadas no capítulo 2, a Figura 1 foi elaborada.

Na parte superior da Figura 1 foram apresentados os três níveis hierárquicos dos Sistemas de Informação de Apoio à Gestão do Conhecimento, no qual o nível inferior representa os 28 conceitos tecnológicos de ferramentas que apoiam a gestão do conhecimento; o nível intermediário (meio) exprime as nove taxonomias que agrupam os conceitos do nível inferior; e o nível superior expõe as oito tipologias de softwares de gestão do conhecimento e suas ligações com as taxonomias expostas no nível anterior, ilustrando assim a construção dos níveis e o entrelace passível de serem realizados por meio da navegação entre estes, propostos nos estudos de Carvalho, 2000 e Corrêa et al. (2018).

Figura 1: Conceitos tecnológicos apoiadores da CG e que suportam a Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de Carvalho (2000); Corrêa et al. (2018); Laudon & Laudon (2004); Malavasi & Schenetti (2017)

Para facilitar o entendimento e visualização dos três níveis hierárquicos dos Sistemas de Informação de Apoio à Gestão do Conhecimento apresentados na parte superior da Figura 1, foi adotada a categorização de tecnologias realizada no estudo de Corrêa et al. (2018), no qual as tecnologias de apoio à gestão do conhecimento foram agrupadas em taxonomias, ou seja, foram classificadas sistematicamente visando o agrupamento de conceitos e, ou, termos de um domínio (Campos & Gomes, 2007). Assim, as taxonomias consistem na categorização de diversos conceitos recortados por similaridade aos quais os mesmos servem. Os entrelaces entre tipologias de *softwares* de gestão do conhecimento e taxonomias (tecnologias de apoio à gestão do conhecimento), tendem a apoiar a associação cognitiva das ferramentas tecnológicas com o propósito de apoio a gestão do conhecimento, permitindo a interpretação, entendimento e inferências de conceitos.

Na parte inferior da Figura 1 foram elencadas as tecnologias que apoiam e dão suporte a realização das atividades na Indústria 4.0, a partir das pesquisas de Laudon & Laudon (2004) e Malavasi et al. (2017) a saber: Tecnologia Tradicionais e Tecnologias de Fabricação Inteligentes. As Tecnologias Tradicionais foram subdivididas em Tecnologias de Logística e Produção e Tecnologias de Engenharia e Desenvolvimento de Produto. Já as Ferramentas de Fabricação Inteligentes foram repartidas em Tecnologias de Informação e Tecnologias Operacionais.

Vale ressaltar que a combinação entre os sistemas de informação de apoio à gestão do conhecimento e à Indústria 4.0 viabiliza e estreita a relação com clientes e fornecedores, ou seja, com os stakeholders internos e externos, proporcionando melhores resultados aos participantes da cadeia, seja pelo compartilhamento de conhecimento, expertises, melhores práticas, seja pelo desenvolvimento conjunto de inovações.

Esta combinação favorece o desenvolvimento da Indústria 4.0, alavancando o seu desempenho e conquistando uma vantagem competitiva superior. O entrelace entre os sistemas de informação de apoio à gestão do conhecimento e à Indústria 4.0 ocorre pela dispersão das ferramentas de apoio à gestão do conhecimento, como se estas fossem um guarda-chuva de possibilidades, com o objetivo de favorecer o gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0.

Na verdade, o gerenciamento da Indústria 4.0 é estabelecido pelo relacionamento dos fluxos de informação, no qual as Tecnologias Tradicionais, conforme demonstrado na Figura 1, configuram-se como pilares das Tecnologias de Fabricação Inteligentes, possibilitando que os fluxos de informações, de matérias primas e de produtos circulem nas organizações e entre os elos da cadeia de suprimentos, de maneira ordenada e eficiente, otimizando os resultados dos processos e os resultados organizacionais. Na Figura 1 os Sistemas de Informação aparecem na parte inferior, com o objetivo de promover suporte as soluções tecnológicas de apoio a Indústria 4.0 e as soluções tecnológicas de apoio à GC.

O ponto de junção do gerenciamento do conhecimento na Indústria 4.0 são: primeiro, a preocupação com a informação, em segundo lugar, a consideração de envolver a organização como um todo. Os propósitos da gestão do conhecimento e da Indústria 4.0 também se consubstanciam em: melhorar a eficiência da organização como um todo, alcançar o incremento da cadeia de abastecimento através da utilização do compartilhamento de conhecimento entre os intervenientes do canal pela adoção de práticas e iniciativas que proporcionem a troca rápida de informações e a visibilidade das operações conjuntas; e, em seguida, obter o benefício maximizado de desempenho na Indústria 4.0 a fim de atingir os objetivos de agilidade, flexibilidade, eficiência e custos.

Finalmente, tanto a Indústria 4.0 como a gestão do conhecimento têm dois aspectos de formulação e aplicação, os quais são continuamente trocados e desenvolvidos: preocupação com a sobrevivência a longo prazo e o desenvolvimento das empresas envolvidas no canal (De Abreu, 2018; Diogo et al., 2019).

Devem ser consideradas algumas tecnologias e tendências em relação a ferramentas interoperáveis para agilidade e flexibilidade organizacional, com base em operações comerciais distribuídas. Essa mudança de paradigma da Indústria 4.0 de ambientes corporativos internos e protegidos para redes abertas está dando origem a novos tipos de organizações interconectadas. Essas organizações são virtuais em conceito, altamente flexíveis, dinâmicas e capazes de alavancar o poder das tecnologias de rede para atender às demandas dos clientes por produtos e serviços de alto valor agregado em um mercado global (Filos & Banahan, 2001). Isso indica que o conhecimento não é apenas confinado internamente, mas atravessa os limites da organização, o que significa para as empresas estendidas na rede de empresas e clientes parceiras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a ferramentas tecnológicas para apoiar a gestão do conhecimento na Indústria 4.0, atendendo ao objetivo específico (i) de compreender a importância da gestão do conhecimento na Indústria 4.0. As empresas perceberam a importância de informações oportunas e compartilhadas disponíveis para tomar decisões mais informatizadas e corretas. Isso contribuirá proativamente para aumentar a produtividade organizacional e a competitividade no século XXI. Em atendimento ao segundo e terceiro propósitos de identificar as principais ferramentas tecnológicas adotadas na Indústria 4.0 (ii) e como apoiadora da gestão do conhecimento (iii), foram apresentados no referencial teórico achados encontrados na literatura, demonstrados tópicos 2.2 e 2.3. Este artigo realizou a indicação das ferramentas para gestão do conhecimento na Indústria 4.0 através da elaboração da Figura 1, cumprindo com o último objetivo específico (iv).

A Figura 1 possibilitou demonstrar que o entrelace entre as tecnologias de informação de apoio à gestão do conhecimento e as tecnologias de informação de apoio ao desenvolvimento da Indústria 4.0 ocorre pela dispersão das ferramentas de apoio à gestão do conhecimento, como se estas fossem um guarda-chuva de possibilidades, com o objetivo de favorecer o gerenciamento do conhecimento ao longo da cadeia, como também, de possibilitar a adoção e uso das ferramentas de apoio ao desenvolvimento da Indústria 4.0 pelos usuários, tornando assim a Indústria 4.0 mais competitiva, ao otimizar os resultados dos processos e os resultados organizacionais com maior agilidade, flexibilidade, e eficiência em custos, o que responde a questão de pesquisa deste estudo.

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 do sistema de gestão do conhecimento com o desempenho da Indústria 4.0. e que podem ser traduzidos em competitividade. Torna-se importante ainda comentar que se os princípios e as ferramentas da gestão do conhecimento, estiverem sendo corretamente aplicados, após identificados e sistematizados os fluxos de dados, informações e conhecimentos, deve-se observar também o aumento dos níveis eficiência e competitividade.

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, sistemas de informação e cadeia de suprimentos.

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)- Realizar estudos de caso empíricos sobre a gestão do conhecimento na Indústria 4.0 identificando os

principais desafios; III)- 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 na indústria 4.0 por trata-se de um tema em desenvolvimento, sendo esta uma limitação deste estudo.

Por fim este estudo 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. Mais uma vez, a comunicação aberta e as redes representam um grande desafio na proteção dos interesses comerciais. Além disso, as redes abertas permitem um grande volume de dados e informações e isso requer a determinação de um sistema adequado de armazenagem de dados e mineração de dados para gestão do conhecimento na Indústria 4.0, 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
- Aronoff S., (1989) *Geographical Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDI Publications
- Baheti R., Gill H., (2011) *Cyber-physical systems*, The impact of control technology, pp.1-6
- Ballou R. H., (2001) *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*, Porto Alegre: Bookman, 4ª edição
- Barbosa R. R., Sepúlveda M. I. M., Costa M. U. P., (2009) Gestão da informação e do conhecimento na era do compartilhamento e da colaboração. *Informação & Sociedade*, João Pessoa, v. 19, n. 2, p. 13-24, maio/ago.
- Batista F. F., (2012) *Modelo de gestão do conhecimento para a administração pública brasileira: como implementar a gestão do conhecimento para produzir resultados em benefício do cidadão*. Brasília: IPEA
- Bervian P. A., Cervo A. L., Silva R., (2002) *Metodologia científica*. São Paulo: Prentice Hall
- Botelho M. A., Monteiro A. M., Valls, V., (2007) A gestão do conhecimento esportivo: a experiência da biblioteca da SEME. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 175-188, jan. /abr.
- Boyer S., (2004) *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*, Instrumentation, Systems and Automation Society, Research Triangle Park, North Carolina
- Campos M. L. A., Gomes H. E., (2007) Taxonomia e classificação: a categorização como princípio. In: Encontro Nacional De Pesquisa Em Ciência Da Informação Enancib, 8, *Anais*
- Carvalho H., Brittos V. C., (2006) Comunicação e informação como fatores críticos de sucesso na gestão do conhecimento. *Datagramazero*, Rio De Janeiro, V. 7, N. 2
- Carvalho R. B., (2000) *Aplicações de softwares de gestão do conhecimento: tipologia e usos*. Belo Horizonte: UFMG
- Civi E., (2000) *Knowledge management as a competitive asset: a review*. *Market. Intell. Plann.*, 8(4), 166–174

- Colgate J. E., Wannasuphprasit W., Peshkin M. A., (1996) Cobots: Robots for collaboration with human operators, *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, Vol. 58, pp. 433-440
- Cornélio N. A. G., Abreu A. F., Costa E. O., (2010) Espaço interativo: modelo de relação universidade empresa baseada em comunidades de prática. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 39, n. 1, p.9-20, jan./abr
- Corrêa F., De Lacerda M. E., Ziviani F., De Souza França R., Ribeiro J. S. D. A. N., (2018) Tecnologias de apoio a gestão do conhecimento: uma abstração por conceito, taxonomia e tipologia. *Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação*, 11.2: 498-522
- Davenport T. H., Prusak L., (1998) *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam seu capital intelectual*. Rio de Janeiro: Campus
- 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
- Delaram J., Valilai O. F., (2018) An architectural view to computer integrated manufacturing systems based on Axiomatic Design Theory. *Computers in Industry*, 100: 96-114
- 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
- Downs R., (2005) Using resistive touch screens for human/machine interface, *Analog Applications Journal*, Texas Instrument Incorporated, pp. 5-10
- Eis D., (2017) *Introdução à Web Semântica: A inteligência da informação*. Casa do Código
- Elmasri R., (2008) *Fundamentals of database systems*. Pearson Education India
- Enns S. T., Suwanruji P., (2014) Distribution planning and control: an experimental comparison of DRP and order point replenishment strategies. In: *Conference Proceedings of the Academy of Business and Administrative Sciences* [online], Prague, Czech Republic [cited 27 February]
- Ferreira B. O. S., Varajão J., Cunha, A., (2016) Fatores de sucesso da gestão de projetos de CRM: uma revisão de literatura. In: Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, CAPSI, 16., Porto. *Anais*. Porto
- Filos E., Banahan E., (2001) Towards the smart organization: an emerging organizational paradigm and the contribution of the European RTD program. *J. Intell. Manuf.*, 12(2), 101-119
- Froes T., Cardoso A., (2008) Práticas pedagógicas utilizando um ambiente virtual de aprendizagem para construção colaborativa do conhecimento. *Datagramazero*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2
- Garg A., Deshmukh S. G., (2006) *Maintenance management: literature review and directions*, Journal of Quality Management Engineering, Vol. 12 (3), pp. 205-238
- 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
- Ho C.-T. (2009) The relationship between knowledge management enablers and performance. *Industrial Management and Data Systems* 109 (1), pp. 98-117
- Jeschke S., Brecher C., Meisen T., Özdemir D., Eschert T., (2017) *Industrial Internet of Things and Cyber Manufacturing Systems*, New York, Springer
- Laudon K. C., Laudon J. P., (2004) *Management Information Systems: managing the digital firm*. New Jersey: Prentice Hall, 8ª edição

- Lee J.; Kao H.-A., Yang S., (2014) Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia Cirp*, 2014, 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
- Loch C. H., Kavadias S., (2007) *Handbook of New Product Development Management*, Burlington, Butterworth Heinemann-Elsevier
- Malavasi M., Schenetti G., (2017) *Lean manufacturing and Industry 4.0: an empirical analysis between sustaining and disruptive change*
- Monteiro B. R., (2009) Sistemas de Informação Geográfica Móveis aplicados no Governo Eletrônico Municipal. In. I *Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico*. 2009. Bento Gonçalves. Porto Alegre: SBC
- Moresi E. A. D., (2001) Gestão da informação e do conhecimento. In: TARAPANOFF, K. (Org). *Inteligência organizacional e competitiva*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 111-142
- Nazário P.R., (1999) A importância de Sistemas de Informação para a competitividade logística. *Revista Tecnológica*. Ano v, n. 44, p.28-40
- Nee A. Y. C., Ong S. K., Chryssolouris G., Mourtzis D., (2012) *Augmented Reality Applications in Design and Manufacturing*, CIRP Annals Manufacturing Technology, Vol. 61(2), pp. 657–679
- Nganga C. S. N., Leal E. A., (2015) A Utilidade de um Sistema ERP (Enterprise Resource Planning) no Processo de Gestão de Pequenas Empresas. *Revista Contabilidade e Controladoria*, v. 7, n. 1
- Nonaka I., Takeuchi H., (2008) *Gestão do conhecimento*. São Paulo: Editora Bookman
- 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 (Report 2017, May), available at osservatori.net
- Reis E. S., Angeloni M. T., Serra F. R., (2010) Business intelligence como tecnologia de suporte à definição de estratégias para a melhoria da qualidade do ensino. *Informação & Sociedade*, João Pessoa, v. 20, n. 3, p. 157-167, set. /dez.
- Ribeiro J. S. D. A. N., Calijorne M. A. S., Jurza P. H., Ziviani F., Neves J. T D. R., (2017) Gestão do conhecimento e desempenho organizacional: integração dinâmica entre competências e recursos. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 4-17
- 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
- Rodrigues M.P.F., Duarte E.N., (2006) Adoção de tecnologias como facilitadora ao uso de conhecimento na biblioteca do UNIPÊ. *Biblionline*, João Pessoa, v. 2, n. 1
- Saenz de Ugarte B., Artiba A., Pellerin R., (2009), Manufacturing execution system: a literature review, *Production Planning & Control*, Vol. 20 (6), pp. 525-539
- Schons C. H., Costa M. D., (2008) Portais corporativos no apoio à criação de conhecimento organizacional: uma abordagem teórica. *DataGramaZero*, Rio de Janeiro, v.9, n.3
- Schwab K., (2016) *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro
- Slack N., Chambers S., Johnston R., (2009) *Administração da Produção*. Tradução Henrique Luiz Correa. 3. ed. São Paulo: Atlas

Stark J., (2004) *Product lifecycle management: 21st century paradigm for product realization*, New York, Springer

Tavares A. R. F. M., (2018) *OPT– Optimized Production Technology: Ensaio numa Indústria de Componentes*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial). Instituto Politécnico de Viseu. Portugal

Tigre P. B., (2006) *Gestão da Inovação. A Economia da Tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora

Trivinhos A. N. S., (1987) *Introdução à pesquisa em ciências sociais*. São Paulo, Editora Atlas

Valentim M. L. P., (2008) *Gestão da Informação e do Conhecimento*. São Paulo: Editora Polis

Vergara S. C., (2015) *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo-SP: Editora Atlas S.A.

Wanke P., (2004) *Uma Revisão dos Programas de Resposta Rápida: ECR, CRP, VMI, CPFR, JIT II*, COPPEAD, Rio de Janeiro.