



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



**SISTEMAS SUPERVISORES DE COLETA DE DADOS EM PROJETOS DE
INDÚSTRIA 4.0: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E SISTEMÁTICA DA LITERATURA -
BARREIRAS, OPORTUNIDADES E RISCOS**

*SUPERVISING SYSTEMS FOR DATA COLLECTION IN INDUSTRY 4.0 PROJECTS:
BIBLIOMETRIC AND LITERATURE SYSTEMATIC REVIEW - BARRIERS, OPPORTUNITIES
AND RISKS*

JOSIANE LIMA DE ARAÚJO

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

AURO DE JESUS CARDOSO CORREIA

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

WALTER CARDOSO SÁTYRO

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

Nota de esclarecimento:

Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



SISTEMAS SUPERVISORES DE COLETA DE DADOS EM PROJETOS DE INDÚSTRIA 4.0: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E SISTEMÁTICA DA LITERATURA - BARREIRAS, OPORTUNIDADES E RISCOS

Objetivo do estudo

Este trabalho tem como objetivo, o estudo sistemático da literatura, mesclando um estudo bibliométrico, análise de rede e análise de conteúdo sobre “barreiras, oportunidades e riscos”, relacionados diretamente a sistemas supervisores em projetos de Indústria 4.0.

Relevância/originalidade

Na quarta revolução industrial, os avanços tecnológicos são catalizadores que impulsionam ganhos nas atividades produtivas, aumento da competitividade e reduções de custos. Convergente ao explanado, destacam-se os atuais sistemas supervisores para coleta de dados, permitindo-se otimizações e melhorias das atividades industriais. Desta feita, a identificação e o estudo de modelos existentes sobre sistemas supervisores em projetos de Indústria 4.0 são considerados relevantes para a literatura científica e para prática organizacional.

Metodologia/abordagem

O estudo foi realizado com base em dados secundários e caráter quantitativo-qualitativo, aplicando-se uma de revisão bibliométrica e sistemática da literatura, além de análises de rede e de conteúdo, por intermédio das principais bases de dados científicas.

Principais resultados

Obtenção de um conjunto de publicações científicas, capaz de contribuir com estudantes, pesquisadores e especialistas no direcionamento de novos estudos, permitindo-se a criação de pontos de interesse e novas trajetórias de pesquisas sobre “Sistemas Supervisórios em Projetos de Indústria 4.0 com Foco em Barreiras, Oportunidades e Riscos”.

Contribuições teóricas/metodológicas

Para contribuições teóricas e metodológicas, destaca-se o mapeamento da rede de citações por meio do software VOSviewer, o que tornou possível a orientação para a análise sistemática e de conteúdo dos principais e mais influentes artigos científicos, específicos ao tema.

Contribuições sociais/para a gestão

Obtenção de um acervo de publicações, embasadas em “barreiras, oportunidades e riscos”, contribuindo-se com questões sociais e também para gestão.

Palavras-chave: Sistemas Supervisores, Indústria 4.0, Estudo Bibliométrico, Barreiras e Oportunidades, Riscos



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



SUPERVISING SYSTEMS FOR DATA COLLECTION IN INDUSTRY 4.0 PROJECTS: BIBLIOMETRIC AND LITERATURE SYSTEMATIC REVIEW - BARRIERS, OPPORTUNITIES AND RISKS

Study purpose

This work has as objective, the systematic study of literature, mixing a bibliometric study, network analysis and content analysis on "barriers, opportunities and risks", directly related to supervisory systems in Industry 4.0 projects.

Relevance / originality

In the fourth industrial revolution, technological advances are catalysts that drive gains in productive activities, increased competitiveness and cost reductions. Converging on the above, the current supervisory systems for data collection stand out, allowing optimizations and improvements in industrial activities. This time, the identification and study of existing models on supervisory systems in Industry 4.0 projects are considered relevant to the scientific literature and organizational practice.

Methodology / approach

The study was based on secondary data and quantitative-qualitative character, applying a bibliometric and systematic review of the literature, as well as network and content analysis, through the main scientific databases.

Main results

Obtaining a set of scientific publications, capable of contributing with students, researchers and specialists in directing new studies, allowing the creation of points of interest and new research trajectories on "Supervisory Systems in Industry Projects 4.0 with Focus on Barriers, Opportunities and Risks".

Theoretical / methodological contributions

For theoretical and methodological contributions, the mapping of the citation network by means of the VOSviewer software stands out, which made possible the orientation for the systematic analysis and content of the main and most influential scientific articles, specific to the theme.

Social / management contributions

Obtaining a collection of publications, based on "barriers, opportunities and risks", contributing with social issues and also for management.

Keywords: Supervisory Systems, Industry 4.0, Bibliometric Study, Barriers and Opportunities, Risks



1 Introdução

Na atualidade, a crescente industrialização mundial encontra-se cada vez mais acelerada e competitiva, dessa forma, a redução de custos e o aumento na produtividade são propósitos desejados por toda e qualquer empresa, seja ela, de pequeno, médio ou grande porte. Neste contexto, destaca-se a quarta revolução industrial, onde adequar-se aos processos produtivos e à evolução tecnológica será um grande desafio para as indústrias manterem a competitividade nos padrões de uma Indústria 4.0 (Draft e Horch, 2014).

Diante dessa industrialização globalizada, o mercado corporativo encontra-se cada vez mais exigente e a melhoria de processos produtivos torna-se essencial para a sobrevivência da empresa. Um dos fatores importantes dentro do explanado é a imprecisão na coleta de dados de chão-de-fábrica, podendo prejudicar a tomada de decisões e, inclusive, o comprometimento da lucratividade da empresa e sua permanência no mercado (Favareto, 2001).

A expectativa de compreender as necessidades dos clientes, mantendo-se atualizada frente aos concorrentes, permitirá às indústrias a evolução com qualidade e eficiência, levando-se em consideração que na Indústria 4.0 aplica-se os conceitos de auto comparação, auto-organização, além de conceitos estruturados em previsibilidade (Lee, Bagheri e Kao, 2015).

Diante ao explanado, potentes sistemas supervisores aliados a Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) são muito procurados para a supervisão de chão-de-fábrica em tempo real. Assim, além de tornar as informações gerenciáveis por meio de múltiplos relatórios, também tem a possibilidade de armazená-las em banco de dados, tornando-as controláveis em termos de múltiplos gerenciamentos instantâneos, o que favorece as tomadas de decisões e correções nas atividades envolvidas com a produtividade.

Os sistemas supervisores em tempo real possibilitam as identificações de problemas, agilizando processos corretivos e diminuindo o tempo de inoperância de seu quadro produtivo, além da redução de custos operacionais, mediante ajustes finos de processos.

Com isso, empresas especializadas no desenvolvimento, implementação e venda destes sistemas supervisores procuram o desenvolvimento e atualização de novos padrões tecnológicos (Softwares e Hardwares), ditos como pertencentes aos padrões da Indústria 4.0, objetivando agregar valores em seus produtos, além de procurarem manterem-se competitivas no mercado globalizado.

Por outro lado, as avaliações sobre barreiras, oportunidades e riscos existentes com a implantação e utilização de sistemas supervisores de coletas de dados em projetos de Indústria 4.0 devem ser consideradas como relevantes, tanto na prática organizacional, quanto na literatura científica.

Assim, com o propósito de contribuir com o campo da pesquisa científica e para a prática organizacional, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliométrica da literatura, mesclando uma análise sistemática, análise de rede e análise de conteúdo sobre barreiras, oportunidades e riscos relacionados a sistemas supervisores em projetos de Indústria 4.0.

Como contribuição, buscou-se formar um portfólio de publicações científicas alinhadas ao tema do estudo, por intermédio das bases de dados (Web of Science, Scopus, Science Direct, Emerald, Proquest, Ebsco, Scielo, Scopus, Wiley e Portal Capes), além da análise dos metadados por meio de software bibliométrico VOSviewer.

Após a seção introdutória, apresenta-se o referencial teórico, os procedimentos metodológicos, a análise dos resultados, as conclusões e as referências.



2 Referencial teórico

2.1 Sistemas Supervisores de Coletas de Dados

No que se refere aos cenários sobre os sistemas supervisores de chão-de-fábrica, destaca-se o termo *Manufacturing Execution Systems* (MES) ou Sistema de Execução da Manufatura, que além das etapas de supervisão em tempo real dos processos produtivos fabris, também pode promover o inter-relacionamento entre sistemas como: *Enterprise Resource Planning* (ERP) ou Planejamento de Recursos da Empresa e o *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) ou Planejamento de Recursos de Produção (Corrêa, Giancesi e Caon, 1997).

De acordo com Corrêa, Giancesi e Caon (1997), o MES tem como princípio acumular informações de chão-de-fábrica, realimentando-as para os sistemas de planejamentos, a fim de controlar a produção levando-se em consideração o que foi efetivamente produzido e como foi produzido, possibilitando-se a realização de comparações com o que foi planejado, além do acionamento de ações corretivas.

Nas etapas avançadas de controle e execução de processos de um sistema de supervisão, destaca-se a utilização do CLP. Trata-se de um equipamento que, aliado a sensores e dispositivos eletrônicos e digitais, permite a captura de dados das máquinas industriais, além da possibilidade do controle das mesmas. O CLP é o principal responsável pela interatividade entre o sistema supervisor e a máquina de produção industrial (Vianna, 2008).

Nos sistemas de automação industrial, há a possibilidade da interligação e conexão de diversos CLPs com a função de estabelecer o acesso do sistema de supervisão e controle junto às máquinas envolvidas nos processos industriais. Muitos destes equipamentos CLPs utilizam linguagens e sistemas padronizados, dentre outros com padronizações em arquitetura proprietária (Fonseca, Seixas e Bottura, 2008).

2.2 Indústria 4.0

Na Indústria 4.0, os sistemas de produção inteligente podem ser correlacionados a cinco atribuições: (1) Capacidade de Operação em Tempo Real, onde os dados são tratados de forma instantânea, o que possibilita tomadas de decisões em tempo real; (2) Virtualização, referindo-se a simulações e sistemas de supervisão, gerando-se condições virtuais do chão-de-fábrica; (3) Descentralização, de modo que as tomadas de decisões podem ser realizadas por sistemas Cyber-Físicos em tempo real, obtendo-se informações de ciclos de trabalhos das máquinas industriais; (4) Orientação a Serviços, que se refere à utilização de arquiteturas baseadas ao conceito da Internet das Coisas; (5) Modularidade, baseada na demanda, além do acoplamento e desacoplamento de módulos na linha de produção, obtendo-se flexibilidade na alteração de tarefas previstas para as máquinas industriais (Silveira e Lopes, 2017).

Os fundamentos essenciais para a Indústria 4.0 indicam que as indústrias que conectam máquinas e sistemas devem possuir a capacidade de autonomia a fim de programar manutenções, prever falhas em processos e atividades, além de se adaptar a mudanças em termos de previsibilidade em seus processos produtivos. Com a finalidade de se chegar ao status de uma indústria inteligente, há a necessidade de investimentos e adaptações, integrando recursos e inovações de processos com o intuito da criação de uma cadeia de valor estratégica. Para que seja possível atingir esse objetivo, a Indústria 4.0 tem em sua base tecnológica a combinação de sistemas Cyber-Físicos, Big Data e Internet das Coisas. Diante da combinação destes elementos, as etapas de produção industrial tornam-se autônomas e eficientes. O aprimoramento destas tecnologias, aliado a inovações da atualidade criam oportunidades e possibilidades inovadoras que caracterizam os padrões da Indústria 4.0 (Schwab, 2016).



3 Metodologia

Classifica-se a presente pesquisa como teórica pela natureza de suas publicações científicas e descritiva pelos fundamentos de seu objetivo, adotando-se a estratégia relacionada a uma abordagem indutiva (Tasca et al., 2010).

O desenvolvimento do estudo científico foi realizado com base em dados secundários e caráter quantitativo-qualitativo, aplicando-se a revisão bibliométrica, correlacionada a uma análise sistemática, análise de rede e análise de conteúdo (Alcantara e Martens, 2019).

A fim de demonstrar como se desenvolveu o estudo sobre “Sistemas Supervisores em Projetos de Indústria 4.0 com Foco em Análises de Barreiras, Oportunidades e Riscos”, foram realizadas pesquisas nas seguintes bases de dados: “Web of Science, Scopus, Science Direct, Emerald, Proquest, Ebsco, Scielo, Scopus, Wiley e Portal Capes”.

Para a validação das análises nas bases de dados, os seguintes conjuntos de palavras-chave foram utilizados: (i) "industry 4.0""supervisory system"; (ii) "industry 4.0""supervisory control"; (iii) "industry 4.0""manufacturing execution systems"; (iv) "industry 4.0""mes"; (v) "industry 4.0""Supervisory control and data acquisition"; (vi) "industry 4.0""scada".

Como resultado dessas buscas, cinquenta e três artigos científicos foram obtidos, dos quais, diante de uma análise sistemática, vinte e seis publicações científicas foram identificadas como significativas ao direcionamento de estudos que retratam “Sistemas Supervisores em Projetos de Indústria 4.0 com Foco em Barreiras, Oportunidades e Riscos.

Segundo Neely (2005), o estudo bibliométrico seguido da análise sistemática, empregam respectivamente, técnicas quantitativas e qualitativas, criando-se alternativas da geração de novos conhecimentos trazidos pela informatização.

Por conseguinte, os metadados obtidos nas bases de dados foram transferidos e processados no software “Mendeley” e, posteriormente, direcionados ao software “VOSviewer”, criando-se parâmetros para a análise de citações das publicações mais influentes, a geração de mapas, além da orientação para a análise de conteúdo do portfólio de artigos científicos validados no presente estudo científico.

4 Análise dos resultados

Nesta seção apresenta-se os resultados referentes às medições e análises do comportamento bibliométrico, o mapeamento das publicações científicas, além da análise sistemática e a análise de conteúdo.

4.1 Análise do comportamento bibliométrico da literatura científica

De acordo com a análise da evolução temporal dos artigos científicos, a Figura 1 apresenta as publicações relativas a cada ano, indicando uma oscilação no quadro de publicações ao longo dos anos, revelando uma carência de estudos científicos sobre o tema abordado na presente pesquisa.

A publicação pertinente ao tema inicia-se no ano de 2013, apresentando somente um artigo científico. Entre 2015 e 2016, denota-se um crescimento no número de documentos publicados, atingindo-se, respectivamente a quantidade de (três e seis) publicações científicas.

No ano de 2017, evidencia-se uma queda na quantidade de artigos publicados, com apenas três documentos. Por outro lado, 2018 foi ano com a maior quantidade de artigos publicados, apresentando oito publicações científicas. Em relação ao ano de 2019, denota-se uma nova redução no acervo de artigos publicados, com apenas cinco publicações.

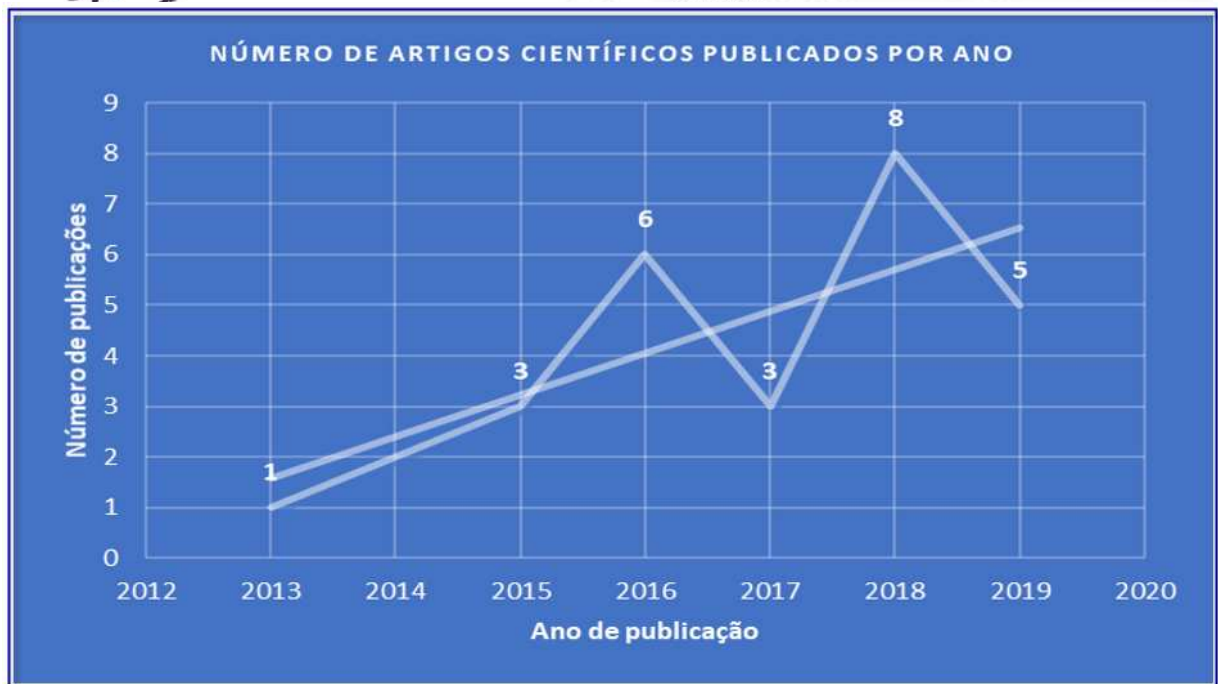


Figura 1 – Número de artigos científicos publicados por ano

Fonte: elaborado pelos autores

No que se refere à análise da internacionalidade das publicações existentes sobre o tema, a Figura 2 indica a predominância dos artigos científicos direcionados à Alemanha e Brasil. Cerca 61,5% das publicações encontram-se relacionadas a estes dois primeiros países. Em seguida, encontra-se a China com duas publicações, seguida pelos países (Coreia do Sul; Japão; Dinamarca, Espanha; França; Áustria; Romênia; Índia) com apenas uma publicação cada.

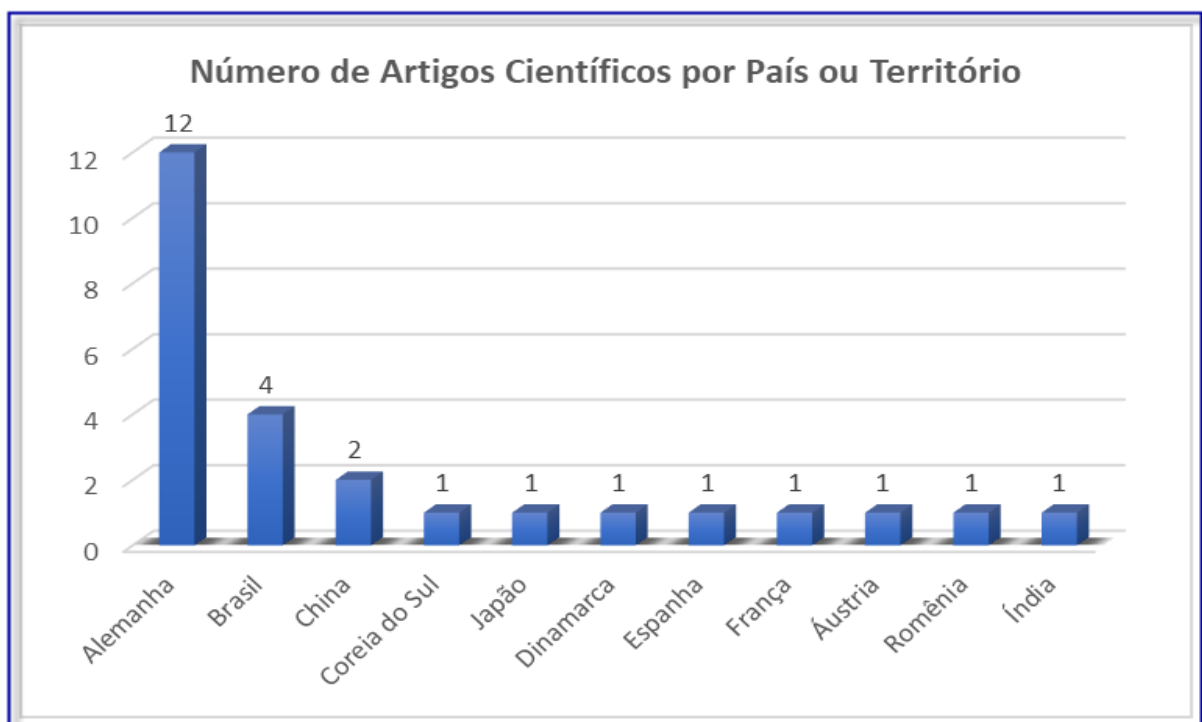


Figura 2 – Número de publicações por país ou território

Fonte: elaborado pelos autores



Em relação aos artigos científicos publicados em Periódicos e / ou Conferências, na Figura 3, denota-se que os maiores números de publicações se encontram direcionados ao “*Productivity Management*”, “*ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*” e “*Computer Networks*”, apresentando-se respectivamente (oito, três e duas) publicações científicas. Estes três primeiros periódicos representam cerca de 50% do total de artigos relacionados ao presente estudo.



Figura 3 – Número de publicações em periódicos ou conferências

Fonte: elaborado pelos autores

4.2 Análise das citações por meio do “Mapa de Calor VOSviewer”

A representação das informações de citação dos principais artigos do portfólio encontra-se disposta no mapa de calor apresentado na Figura 4. Um dos principais objetivos do mapeamento de citações VOSviewer, refere-se à identificação das publicações mais influentes de um conjunto de publicações em análise, de modo que, quanto maiores e mais brilhantes são as esferas, mais citados foram os artigos científicos do conjunto estudado.

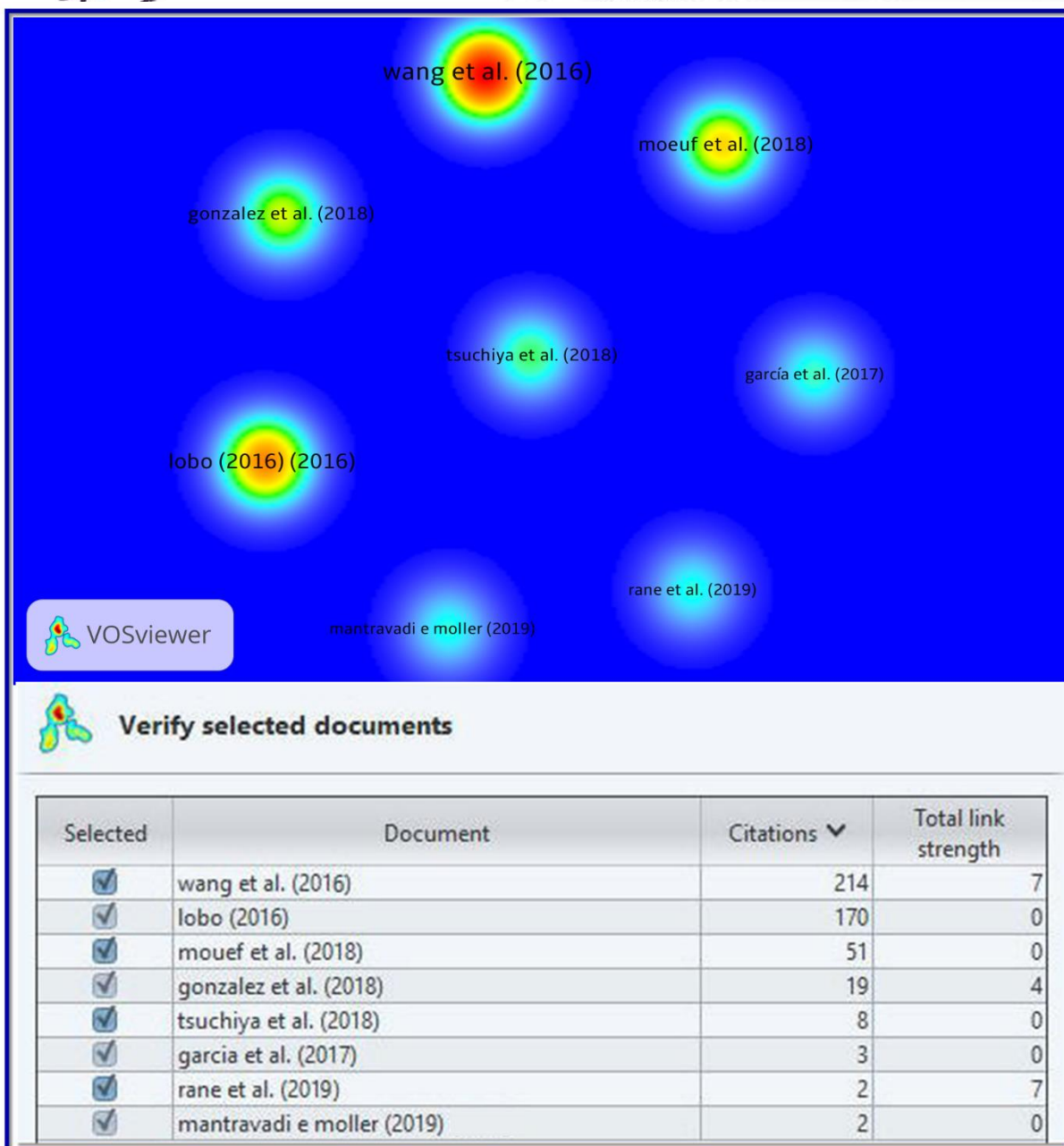


Figura 4 – Representação das publicações mais citados por meio do ‘Mapa de Calor VOSviewer’.
Fonte: elaborado pelos autores

No artigo científico com o maior número de citações, os autores Wang et al., (2016) propõem um “Modelo Estrutural de Fábrica Inteligente e Controle de Supervisão em Tempo Real com Recursos de Indústria 4.0”. O modelo retrata as vantagens por meio da integração de tecnologias, as quais, aliadas à supervisão do chão-de-fábrica, promove oportunidades de cooperações distribuídas entre todos os setores da empresa, além de alta flexibilidade entre os processos fabris e seus respectivos agentes industriais. Por outro lado, para fins de efetividade, os resultados incidem na necessidade de aplicação e integração de diferentes tecnologias, tais como (*Cloud Computing; Cyber-Physical Systems; Internet of Things; Digital Manufacturing; Big Data; Systems Integration*). Com base ao exposto, obtém-se melhoria na qualidade de produtos e processos, além da otimização do desempenho de todo o sistema industrial.



Utilizando-se uma estrutura conceitual de revisão da literatura sobre “Indústria 4.0 & Futuro de Sistemas de Supervisão”, Lobo (2016) avalia na literatura científica a transitoriedade dos sistemas supervisores tradicionais para sistemas direcionados às fábricas inteligentes. Os resultados indicam que a digitalização, a virtualização e a integração de plataformas devem convergir com a aplicação e uso das tecnologias (*Big Data; Cloud Computing; Advanced Robotics; Additive Manufacturing; Cyber-Physical Systems; Internet of Things; Systems Integration*). Diante das novas oportunidades, as seguintes vantagens são esperadas: “Transparência e segurança da informação”; “Melhoria de visibilidade por meio de potentes sistemas supervisores com foco em ferramentas da Indústria 4.0”; “Sistemas supervisores altamente desenvolvidos, facilitando a gestão de dados para a tomada de decisões rápidas”.

Por meio da revisão da literatura sobre “Sistemas de Supervisão para Pequenas e Médias Empresas em Projetos de Indústria 4.0”, Mouef et al, (2018) buscaram avaliar quais são as principais barreiras que impactam na implementação, planejamento e gestão da produção no setor 4.0. Os principais resultados remetem ao fato de que as pequenas e médias empresas se encontram mal equipadas (infraestrutura precária e equipamentos obsoletos) para enfrentar novas possibilidades em relação a implantações de sistemas supervisores direcionados às tecnologias da Indústria 4.0, refletindo-se no aumento de custos. Por conseguinte, as explorações mais abrangentes sobre a integração das tecnologias da Indústria 4.0 junto aos sistemas supervisores, conseqüentemente, ficam limitadas à adoção das tecnologias (*Cloud Computing e Internet of Things*), promovendo-se apenas o monitoramento dos processos fabris.

Em um modelo denominado “Projeto de Navegação e Supervisão Modular de Robôs Móveis Autônomos em Ambientes de Indústria 4.0”, Gonzalez et., (2018) desenvolveram uma arquitetura modular que propõe abordagens controladas por sistema de supervisão e navegação inteligente em ambientes industriais. O supervisor garante a correta navegação dos robôs na presença de obstáculos imprevisíveis, com prevenção de colisões e gerenciamento de tarefas. Dentre os resultados, destacam-se as seguintes oportunidades de melhoria: “Otimização e desempenho de processos; Supervisão dos robôs em tempo real; Mobilidade, destreza e capacidade de interagir com o meio ambiente; Capacidade de personalização, adaptabilidade e supervisão reconfigurável. As tecnologias utilizadas foram: *Systems Integrations; Advanced Robotics, Internet of Things; Cyber-Physical Systems; Big Data; Digital Manufacturing*.”

Tsuchiya et al., (2018), utilizando-se um modelo de “Arquitetura de Rede para Sistemas de Supervisão e Manufatura Por Meio de Filtragem Temporal de Cyber Segurança”, buscaram avaliar os potenciais riscos presentes na implementação de sistemas supervisores industriais de chão-de-fábrica. Os resultados indicam que, para aproveitar todos os dados de controle, os sistemas de supervisão direcionados à Indústria 4.0 exigem a integração das tecnologias (*Cyber-Physical Systems; Internet of Things; Cloud Computing*), além da necessidade de que os dispositivos industriais sejam conectados a diversas redes computacionais. Potencialmente, isso pode aumentar o risco de ataques cibernéticos, roubo de dados e o comprometimento das atividades e processos de produção. Para tanto, a defesa em profundidade através de módulos de filtragem temporal é uma contramedida eficaz para a prevenção de ataques cibernéticos.

García et al., (2017), por intermédio do desenvolvimento de um modelo de “Arquitetura Aberta de Automação Flexível de Petróleo e Gás IEC-61499” e a aplicação das tecnologias (*Big Data; Cyber-Physical Systems; Systems Integration*), buscaram a automatização e a supervisão virtualizada de tarefas de alto custo, procurando-se aumentar a flexibilidade dos processos, a otimização e a redução de custos às indústrias de gás e petróleo. Os resultados relatados pelos utilizadores do sistema supervisor indicam as seguintes vantagens e oportunidades de melhoria: Tempo reduzido de fabricação e otimização de processos; Manutenção preditiva e melhoria na qualidade final do produto; Automação otimizada e o inter-relacionamento entre setores por



meio da virtualização dos processos; Redução de custos nas atividades e processos das plantas industriais; Acesso remoto em tempo real às atividades e processos industriais.

Rane et al., (2019), por meio de um “Projeto de Sistemas e Arquitetura de Tecnologias Disruptivas Integradas ao Blockchain-IoT para Indústria 4.0”, utilizando-se “*Cloud Computing; Internet of Things; Cyber-Physical Systems; Systems Integration*”, buscaram supervisionar em tempo real, os riscos entre as operações industriais do segmento de petróleo, gás, construção, engenharia e manufatura. Diante dos resultados, potenciais riscos foram evidenciados: Quantidades enormes de dados processados sem a intervenção humana, com informações críticas para a segurança e privacidade, os quais são alvos atraentes para invasores cibernéticos; Rastreabilidade de atividades e processos industriais, sem a devida proteção, tornando-os vulneráveis. Para tanto, a integração Blockchain com as tecnologias disruptivas podem fornecer significativas proteções aos setores que mais necessitam de proteção e privacidade de dados.

Mediante à revisão da literatura sobre “Sistemas MES e Sua Importância para Setores Direcionados à Indústria 4.0”, Mantravadi e Moller (2019) buscaram avaliar as oportunidades oferecidas por meio da evolução dos “Sistemas de Execução de Manufatura – MES” na era da transformação digital. Os seguintes resultados foram encontrados e evidenciados: Melhoria de competitividade por intermédio do uso das tecnologias disruptivas inteligentes, facilitando a tomada de decisão em tempo real; Integração de sistemas e a receptividade mútua facilita a rápida tomada de decisão para os processos produtivos; Tempo reduzido na fabricação e melhoria na qualidade do produto; Melhoria na “Eficácia Global de Equipamento – OEE”. As tecnologias envolvidas nos estudos, referem-se a (*Digital Manufacturing; Internet of Things; Cyber-Physical Systems; Big Data*).

4.3 Framework de análise cruzada da Literatura Científica

Com o propósito de complementar os resultados do presente estudo científico, uma análise cruzada da literatura científica foi realizada. A Tabela 1 apresenta a correlação dos “Modelos Conceituais” ou “Abordagens Metodológicas”, a quantidade de citações de cada publicação, as tecnologias habilitadoras aplicadas nos estudos e suas respectivas autorias.

Dentre os artigos científicos mais citados, destacaram-se os autores Wang et al., (2016); Lobo (2016); Mouef et al., (2018); Gonzalez et., (2018); Tsuchiya et al., (2018); García et al., (2017); Rane et al., (2019); Mantravadi e Moller (2019), atingindo-se respectivamente os seguintes números de citações (214; 170; 51; 19; 8; 3; 2; 2). As demais publicações científicas do portfólio de estudos não obtiveram citações.

Em termos de tecnologias habilitadoras abordadas nos modelos conceituais, a tendência dos estudos encontra-se distribuída da seguinte forma: *Cyber-Physical Systems; Internet of Things; Big Data; Cloud Computing; Systems Integration; Digital Manufacturing; Advanced Robotics; Additive Manufacturing*, representando respectivamente os seguintes números de abordagens no acervo de publicações existentes (25; 25; 22; 13; 13; 3; 2; 1).

Com relação às análises entre as - Barreiras, Oportunidades e Riscos -, denota-se a expressividade numérica dos estudos sobre questões direcionadas a “oportunidades” com 23 abordagens, seguida dos assuntos relacionados a - riscos e barreiras -, atingindo-se respectivamente (2 e 1) abordagens.



Tabela 1:
Framework de análise cruzada da literatura científica

Nº de Citações por Publicação	[Modelos Conceituais] e / ou [Abordagens metodológicas de análise]	Tecnologias Habilitadoras								Sistemática			Autores
		Additive Manufacturing	Advanced Robotics	Big Data	Cloud Computing	Cyber-Physical Systems (CPS)	Digital Manufacturing	Internet of Things (IoT)	Systems Integration	Barreiras	Oportunidades	Riscos	
214	Modelo Estrutural de Fábrica Inteligente e Controle de Supervisão em Tempo Real com Recursos de Indústria 4.0	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	-	Wang et al., (2016)
170	Revisão da Literatura (Indústria 4.0 & Futuro de Sistemas de Supervisão)	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	-	Lobo (2016)
51	Revisão da Literatura (Sistemas de Supervisão para PMEs & Indústria 4.0)	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	Moeuf et al., (2018)
19	Projeto de Navegação e Supervisão Modular de Robôs Móveis Autônomos em Ambientes de Indústria 4.0	-	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	Gonzalez et al., (2018)
8	Arquitetura de Rede para Sistema de Supervisão e Manufatura Por Meio de Filtragem Temporal de Cyber Segurança	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	Tsuchiya et al., (2018)
3	Arquitetura Aberta de Automação Flexível De Petróleo e Gás IEC-61499	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	-	García et al., (2017)
2	Revisão da Literatura (Sistemas MES e Sua Importância para Setores Direcionados à Indústria 4.0)	-	-	X	-	X	X	X	-	-	X	-	Mantravadi e Moller (2019)
2	Projeto de Sistemas e Arquitetura de Tecnologias Disruptivas Integradas ao Blockchain-IoT para Indústria 4.0	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X	Rane et al., (2019)
0	Arquitetura de Redes Tecnológicas e Digitais para Gerenciamento de Laminadores HAGEN	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-	Schneppe (2017)
0	Arquitetura em Nuvem para Compartilhamento de Recursos Contínuos e Tecnológicos da Indústria 4.0	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-	Kunst et al., (2019)
0	"Framework & Revisão Sistemática"	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-	Choi (2019)
0	"Framework & Revisão Sistemática"	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	Tamas e Murar (2019)
0	Modelo Conceitual MES para Sistemas a Vácuo com Base nas Tecnologias Disruptivas da Indústria 4.0	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	Pick et al., (2018)
0	Arquitetura Estrutural de Processos de Fabricação Baseada em RFID da Nuvem em Sistemas MES	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	-	Wang et al., (2018)
0	Arquitetura de Controle Cognitivo em Sistemas de Produção Ciber-Físicos Distribuídos - SAMBA	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-	Siafara et al., (2018)
0	Estrutura de Design do Setor 4.0 Orientado para Processos Futuros de Produção	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	Theuer e Pahl (2016)
0	"Framework & Revisão Sistemática"	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	Schumacher (2018)
0	"Framework & Revisão Sistemática"	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	Lobo (2017)
0	Modelo Estrutural de Qualidade 4.0 em TI como Mecanismo de Integração de Tecnologias	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	Nyendick (2016)
0	Modelo Conceitual de Arquitetura MES 4.0	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	Kletti (2015a)
0	Modelo Conceitual de Integração MES para o Setor 4.0	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	Kletti (2015b)
0	"Framework & Revisão Sistemática"	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	Kletti (2016a)
0	Modelo Estrutural de Quatro Estágios para Manufatura Inteligente & MES	-	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	Kletti (2016b)
0	"Framework & Revisão Sistemática"	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	Kletti (2013)
0	Modelo Estrutural de Sistemas de Execução de Fabricação e Integração Vertical de Processos Produtivos	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	Theuer (2018)
0	Arquitetura de Sistemas Supervisórios Gerenciais para Gestão e Otimização de Processos na Indústria 4.0	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	Kluth e Wochinger (2015)
469		1	2	22	13	25	3	25	13	1	23	2	
Total		Total								Total			

Nota. Fonte: elaborado pelos autores



5 Conclusões

Embasado no estudo da literatura científica, um portfólio significativo de publicações sobre Sistemas Supervisores em Projetos de Indústria 4.0 foi obtido, mediante pesquisas nas principais bases de dados: Web of Science, Scopus, Science Direct, Emerald, Proquest, Ebsco, Scielo, Scopus, Wiley e Portal Capes.

A revisão bibliométrica, aliada à análise sistemática e análise de conteúdo resultaram em uma contribuição adicional ao tema, em termos de - barreiras, oportunidades e riscos. Este acervo de artigos científicos pode contribuir com estudantes, pesquisadores e especialistas, permitindo-se avaliações das publicações mais relevantes para a condução e o direcionamento de novas abordagens de pesquisas.

Nas publicações relativas ao tema, pôde-se constatar que o assunto vem gerando interesse ao longo dos anos. No entanto, denota-se uma oscilação no quadro de publicações e quantidade pouco expressiva, com vinte e seis artigos científicos publicados até o presente momento. A análise de internacionalidade dos estudos indica a predominância das publicações direcionadas à Alemanha, Brasil e China, onde o maior acervo de artigos científicos encontra-se concentrado. Três periódicos são considerados os mais influentes, quando relacionados ao direcionamento do tema, pois concentram a maior quantidade de publicações científicas: o “*Productivity Management*”, “*ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*” e “*Computer Networks*”.

O mapeamento e análise das citações por intermédio do software VOSviewer, possibilitou a orientação para a análise sistemática e de conteúdo dos artigos científicos mais influentes. Em concordância ao exposto, a análise de citação das publicações científicas desempenha um papel importante ao permitir que outros pesquisadores compreendam o direcionamento e a tendência dos estudos sobre o tema, promovendo-se fundamentações para o desenvolvimento de novas áreas de pesquisas relacionadas ao assunto principal.

Mediante à análise cruzada dos resultados da literatura científica, pôde-se indicar os autores que mais se destacaram e seus respectivos modelos conceituais. As tecnologias habilitadoras mais abordadas no portfólio de artigos, as quais se encontram correlacionadas a sistemas supervisores em projetos de Indústria 4.0, referem-se a *Cyber-Physical Systems*; *Internet of Things* e *Big Data*, por outro lado, as menos representativas ao segmento relacionam-se a *Advanced Robotics*; *Additive Manufacturing*.

Com relação ao apontamento das barreiras, oportunidades e riscos, destaca-se a predominância das publicações que retratam as oportunidades, representando vinte e três abordagens no portfólio de vinte e seis artigos científicos estudados. No entanto, há de se destacar a baixa representatividade de abordagens direcionadas aos riscos e barreiras, apresentando respectivamente (duas e uma) abordagens, denotando-se áreas pouco exploradas e importantes para a condução de novos estudos científicos.

Para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento dos estudos de cada modelo conceitual e / ou abordagens metodológicas, buscando-se criar proposições sobre barreiras, oportunidades e riscos, a fim de validá-las por meio de especialistas e indústrias que atuam diretamente no segmento abordado, procurando-se promover aplicações de campo, tanto na prática operacional, como na organizacional.



Referências

- Alcantara, P. D., & Martens, M. L. (2019). Technology Roadmapping (TRM): a systematic review of the literature focusing on models. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 127–138.
- Choi, Y.-H. (2019). Comparative study of crossing the chasm in applying smart factory system for SMEs. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(8), 1017–1024.
- Corrêa, H. L.; Gianesi, I. G. N.; Caon, M. (1997). *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP*. (1a ed.). São Paulo: Atlas
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industry 4.0: Hit or Hype? *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56–58.
- Favareto, F. (2001). *Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica*. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.
- Fonseca, M. O.; Seixas, F. C.; Bottura, F. J. A. (2008). *Aplicando a norma IEC 61131 na automação de processos*. (4a ed.). São Paulo: ISA Distrito.
- García, M. V., Irisarri, E., Pérez, F., Estévez, E., & Marcos, M. (2017). An Open CPPS Automation Architecture based on IEC-61499 over OPC-UA for flexible manufacturing in Oil&Gas Industry. *IFAC-Papers OnLine*, 50(1), 1231–1238.
- Gonzalez, A. G. C., Alves, M. V. S., Viana, G. S., Carvalho, L. K., & Basilio, J. C. (2018). Supervisory Control-Based Navigation Architecture: A New Framework for Autonomous Robots in Industry 4.0 Environments. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(4), 1732–1743.
- Kletti, J. (2013). The future of MES: MES supports 4.0 Industry 4.0. *Productivity Management*, 18(2), 17–20.
- Kletti, J. (2015a). Integrated Industry: MES enables decentralisation. *Productivity Management*, 20(2), 15–17.
- Kletti, J. (2015b). MES 4.0 – but do it the right way! *Productivity Management*, 20(4), 53–56.
- Kletti, J. (2016a). Industry 4.0 disarmed – Smart factory in four steps. *Productivity Management*, 21(2), 13–15.
- Kletti, J. (2016b). Reactive factory – Step 2 on the way to Smart Factory“. *Productivity Management*, 21(4), 37–39.
- Kluth, A., & Wochinger, T. (2015). MES as management information system for supporting knowledge management and the optimization of business processes. *ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 110(5), 307–310.
- Kunst, R., Avila, L., Binotto, A., Pignaton, E., Bampi, S., & Rochol, J. (2019). Improving devices communication in Industry 4.0 wireless networks. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 83(5), 1–12.



- Lee, J; Bagheri, B., & Kao, H. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3(1), 18–23.
- Lobo, F. A. (2017). Are production systems ready for industry 4.0? *ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112(1–2), 94–97.
- Lobo, F. A. (2016). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management*, 3(4), 16–21.
- Mantravadi, S., & Møller, C. (2019). An overview of next-generation manufacturing execution systems: How important is MES for industry 4.0? *Procedia Manufacturing*, 30, 588–595.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136.
- Neely, A. (2005). The evolution of performance measurement research. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(12), 1264–1277.
- Nyendick, M. (2016). Quality 4.0 - IT backbone for a production-integrated quality engine. *ZWF Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(4), 167–168.
- Pick, M., Kleßen, M., & Bergner, U. (2018). Industrie 4.0: Herausforderungen für den Vakuumanlagenbau. *Vakuum in Forschung Und Praxis*, 30(6), 18–23.
- Rane, S. B., & Narvel, Y. A. M. (2019). Re-designing the business organization using disruptive innovations based on blockchain-IoT integrated architecture for improving agility in future Industry 4.0. *Benchmarking*, 3(1), 33-45.
- Schneppe, U. (2017). Technological and digital networks for management of hot rolling mill in Hagen. *Chernye Metally*, (9), 53–57.
- Schumacher, J. (2018). Knowledge is power – what get in the way of digitalisation. *Productivity Management*, 23(1), 16–18.
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial* (1a ed.). São Paulo: Edipro.
- Siafara, L. C., Kholerdi, H., Bratukhin, A., Taherinejad, N., & Jantsch, A. (2018). SAMBA – an architecture for adaptive cognitive control of distributed Cyber-Physical Production Systems based on its self-awareness. *Elektrotechnik Und Informationstechnik*, 135(3), 270–277.
- Silveira, C. B.; Lopes, G. G. (2017). *O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo*. Recuperado em 20 outubro, 2019, de <https://www.citisystems.com.br/industria-4.0.pdf>
- Tamas, L., & Murar, M. (2019). Smart CPS: vertical integration overview and user story with a cobot. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(4–5), 504–521.
- Tasca, J. E; Ensslin, L; Ensslin, S. R., & Alves, M. B. M. (2010). An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European Industrial Training*, 34(7), 631–655.
- Theuer, H. (2018). Mes – Industry 4.0-ready. *Productivity Management*, 23(2), 45–63.
- Theuer, H., & Pahl, M. (2016). MES – Industry 4.0-Ready. *Productivity Management*, 21(2), 49–55.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Tsuchiya, A., Fraile, F., Koshijima, I., Órtiz, A., & Poler, R. (2018). Software defined networking firewall for industry 4.0 manufacturing systems. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(2), 318–333.

Vianna, W. D. S. (2008). *Controlador Lógico Programável* (1a ed.). Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro: Editora Ciência e Tecnologia IFF.

Wang, C., Chen, X., Soliman, A. H. A., & Zhu, Z. (2018). RFID Based manufacturing process of cloud MES. *Computer Networks*, 103, 251–262.

Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data-based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158–168.