



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



## **Produção científica da utilização do MES – “*Manufacturing Execution System*” e do TPM –“*Total Productive Maintenance*” na manufatura.**

Rosângela Oliveira Souza<sup>1</sup>, José Manoel S. das Neves<sup>2</sup>

**Resumo** - Este artigo resulta de um estudo bibliométrico feito a partir de pesquisas científicas em relação ao uso do MES (Manufacturing Execution System) e também da metodologia TPM (Total Productive Maintenance) nas indústrias, assim podendo mensurar e ter uma visão geral da sua evolução e benefícios gerados, não somente no chão de fábrica, mas na administração industrial como um todo. Elaborado a partir das bases de dados disponíveis no Capes, Google Scholar, pode-se concluir que o tema é bastante interessante e em ascensão devido a nova revolução industrial dita Indústria 4.0, que vem se concretizando dia a dia nas mais diversas formas de evolução da T.I.

**Palavras-chave:** Sistemas Produtivos, Manufacturing Execution System e Total Productive Maintenance.

**Abstract** - This article is the result of a bibliometric study based on scientific research in relation to the use of the MES (Manufacturing Execution System) and also the TPM (Total Productive Maintenance) methodology in industries, thus being able to measure and have an overview of its evolution and benefits generated, not only on the factory floor, but in industrial administration as a whole. Prepared from the databases available at capes and Google Scholar, it can be concluded that the topic is quite interesting and on the rise due to a new revolution called Industry 4.0, which has been taking shape day by day in the most diverse forms of evolution of IT.

---

<sup>1</sup> Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação em Sistemas Produtivos, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - CEETEPS, e-mail: [rooliveirasouza@hotmail.com](mailto:rooliveirasouza@hotmail.com)

<sup>2</sup> Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação em Sistemas Produtivos, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - CEETEPS, e-mail: [jmneves.fatec@gmail.com](mailto:jmneves.fatec@gmail.com)

**Keywords:** Productive Systems, Manufacturing Execution System and Total Productive Maintenance.

## 1. Introdução

O avanço da tecnologia da informação e comunicação faz com que seja constante essa evolução dos sistemas produtivos, as empresas estão cada vez mais globalizadas, assim abrangendo um maior número de clientes e também de concorrentes, vê-se que os sistemas de informações empresariais vêm gerando uma nova forma de vantagem competitiva (NEVES, 2011) .

As novas fábricas sem papel geram valor sustentável, todo processo gera custos e esse valor não poderá ser aplicado ao cliente final, pois isso abre a concorrência, então este é o tipo de custo que necessariamente deverá ser reduzido dentro do processo produtivo. A transformação principalmente voltada para digitalização da antiga fábrica de uma unidade de produção, em um moderno centro de serviços, gerou inúmeros problemas de gestão para as quais muitas empresas não estão preparadas. A eficiência econômica do moderno e a criação de valor não é propriedade dos produtos, mas sim do processo (KLETTI,2007).

A gestão da manutenção é a base de aplicação de metodologias de melhoria no processo principalmente comportamental entre máquina e homem e ainda aliada ao *Manufacturing Execution System* (MES) que tem a função de prever os tempos de manutenção e reparo, tomando medidas preventivas relevantes.

Uma gestão de manutenção bem organizada dentro do MES contribui consideravelmente para o cumprimento das metas de qualidade (MEYER, FUCHS e THIEL, 2009).

O MES traz a gestão à vista em tempo real de ativos da empresa, assim auxiliado tanto o operacional quanto a alta gestão na tomada decisões rápidas e assertivas, ter o controle dos processos é a maior premissa para as empresas que querem produzir lucrativamente (KLETTI, 2007).

A metodologia TPM surgiu no Japão e começou a ser aplicada pelas indústrias japonesas, mas ganhou relevância com a Toyota em 1986. A TPM tem por objetivo restaurar equipamentos deixando os em condições básicas de funcionamento, além de capacitar pessoas tornando uma equipe com sentimento de ser o “Dono” da máquina, assim por meios de análises desenvolvem uma compreensão íntima de seus equipamentos e o processo de construção de habilidades ao longo dos passos, ajuda os membros da equipe a melhorar o Know-how tecnológico e confiança à medida que se desenvolvem soluções para problemas persistentes (SHIROSE, KIMURA e KANEDA, 2012).

Este artigo resultou de um estudo bibliométrico sobre o tema, assim verificando o quanto é relevante e atual e demonstra as atualizações e a evolução no meio industrial. Uma revisão teórica fez-se necessária ao longo da pesquisa descrita neste trabalho.

## 2. Referencial Teórico

O mundo real e o virtual crescem juntos assim, sistemas físicos e cyber físicos se unem numa trajetória evolutiva chamada Internet of Things (IoT), o que incentiva empresas, governos e pessoas a caminhar em direção a indústria 4.0, pensando nesta nova era que será de flexibilização de volume e personalização.

Segundo a CNI (2016), as novas formas de produção decorrentes da Indústria 4.0 exigem profissionais com formação distinta das existentes. A integração de diversas formas de conhecimento, característica desse modo de produção, exigirá equipes multidisciplinares, com elevado nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas de conhecimento.

Os princípios e práticas das organizações Lean, são reconhecidas no mundo inteiro como a maneira mais eficaz de construir e sustentar a melhoria contínua das empresas (BERTI, 2010). As exigências do mercado global são inúmeras, tornando a produção cada vez mais customizada a fim de atender a cada cliente como se fosse o único. Por isso se exige muito mais habilidades e conhecimento do operador, na parte da gestão mais investimento a fim de tornar essa produção cada vez mais lucrativa, otimizando o tempo e minimizando falhas sem perda de qualidade.

A principal dificuldade em relação ao MES está relacionada a motivação de pessoas, principalmente as de linha direta de operação, pois havia receio de excesso de controle sobre as equipes (DE VARGAS e SELLITTO, 2016), pensando nisso o momento de implementação de novas tecnologias ou metodologias necessariamente precisam vir ao encontro da cultura organizacional, assim estabelecendo metas e criando padrões para que alcancem objetivos comum entre a empresa e seus funcionários.

Segundo Wang, *et al.* (2015) a aplicação de sistemas de automação e informação como o planejamento de recursos empresariais (ERP) e o sistema de execução de manufatura (MES), melhora significativamente produtividade da fábrica. No entanto, a produção industrial atual enfrenta muitos desafios críticos. Os usuários finais exigem continuamente produtos altamente personalizados em pequenos lotes.

A inovação é muitas vezes a utilização de conceitos e comprovadamente eficazes, em situações em que eles nunca foram aplicados antes, ou seja, inovar não é um dom, mas um comportamento (KLEIN, 2020). Com base nesta ideia podemos afirmar que a união do MES como nova tecnologia e a TPM uma antiga seria chave do sucesso para empresas que querem obter vantagem competitiva.

## 3. Método

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado com base em um estudo bibliométrico que demonstra o estado da arte, e esta é uma pesquisa quantitativa, assim identificamos que o assunto é bastante relevante e atual.

A pesquisa quantitativa foi realizada através do Google Scholar com auxílio do aplicativo de software Publish or Perish e os dados coletados foram exportados para o excel onde puderam ser feitas as tabelas e gráficos utilizados neste trabalho.

Tendo sido realizadas entre os meses de julho e agosto de 2020, os dados encontrados com maior destaque pelo número de citações e também pela proximidade do assunto em questão, tanto livros, revistas, periódicos. Porém foi dado maior importância nos artigos, todo esse material foi selecionado e lido, ajudando na formação deste trabalho e no seu referencial teórico.

As palavras-chaves utilizadas para pesquisa foram Sistemas Produtivos, Manufacturing Execution System e Total Productive Maintenance.

### **3.1. Publish or Perish**

Trata-se de um software de análise de citações acadêmicas a partir das principais bases de dados online, tais como Crossref, Google Scholar, Google Profile, Microsoft Academic, Scopus, Web of Science. As pesquisas podem ser realizadas das mais diversas formas, como nome do autor, tema ou mesmo uma palavra chave.

**Figura 1** - Principais Métricas Publish or Perish.

Métricas calculadas por pesquisa	
Número total de artigos	
Número total de citações	
Número médio de citações por papel	
Número de citações por autor	
Número de citações por autor por ano	
Número de trabalhos por autor	
Número médio de autores por artigo	
Índice H (h-index)	Um índice para quantificar a produção de pesquisa científica de um indivíduo
Índice g (g-index)	Seu objetivo é melhorar o índice h, dando mais peso aos artigos mais citados.
Variação do índice h individual (hi-norm)	é uma melhor aproximação do impacto por autor, que é o que o índice h original se propôs a fornecer.
O aumento anual médio do índice h individual (hi, annual)	O hi, anual é um indicador do impacto médio anual de pesquisa de um indivíduo, em oposição à pontuação ao longo da vida que é dada pelo índice h ou norma hi .

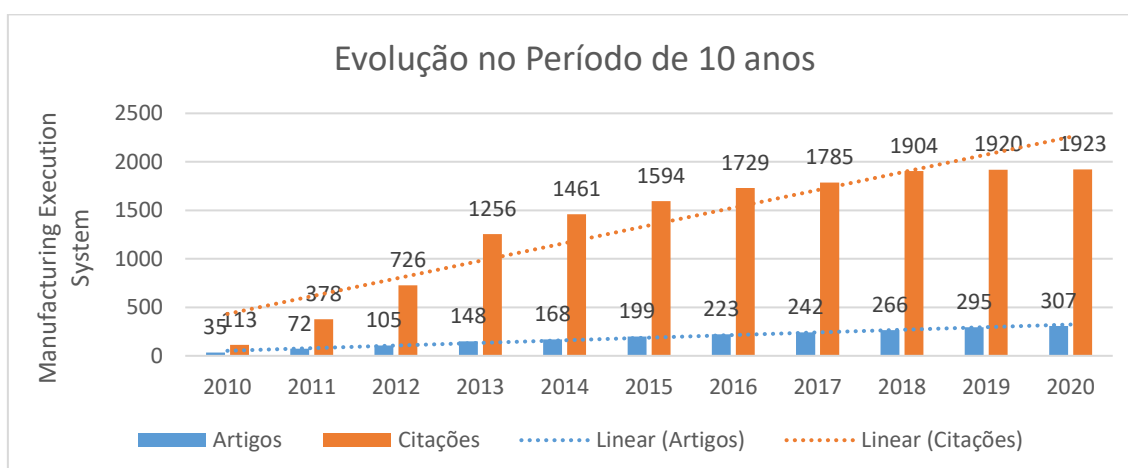
Fonte: Os Autores (2020)

## 5. Resultados e Discussão

Os Sistemas de Execução da Manufatura MES, têm sido fundamentais no desempenho, qualidade e agilidade necessários para os desafios criados pelos negócios de fabricação globalizados e provavelmente continuarão a ser, no entanto, uma geração completamente nova é necessária para lidar com os novos desafios criados pela Indústria 4.0. (ALMADA-LOBO,2015)

Com base nos resultados das buscas com publicações entre os anos de 2010 e 2020, foram feitos os gráficos e tabelas abaixo.

**Figura 2** – Gráfico da evolução do tema Manufacturing Execution System segundo a base Google Scholar

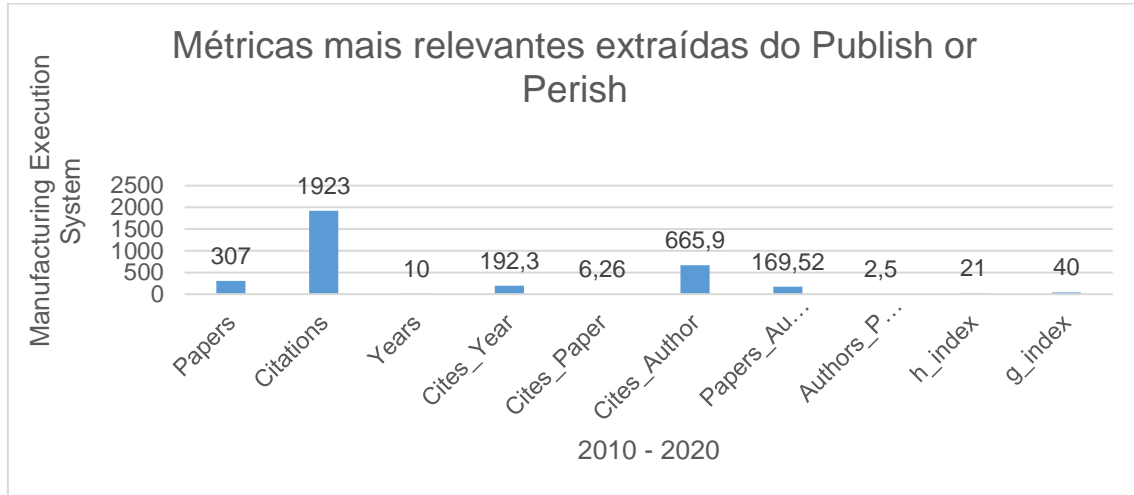


Fonte: Os autores (2020)

Analisando o gráfico é possível afirmar que a evolução no número de artigos demonstra que o assunto tem se tornado cada vez mais importante no

meio acadêmico e o expressivo crescimento no número de citações prova o grande interesse pela pesquisa do tema.

**Figura 3 – Gráfico Quantitativo Manufacturing Execution System**



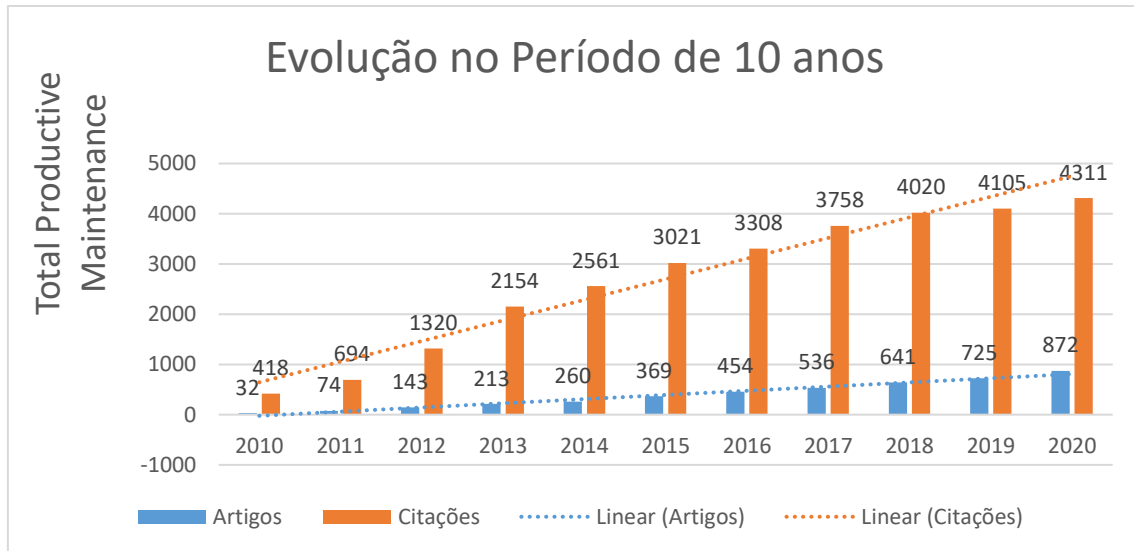
Fonte: Os autores (2020)

**Figura 4 – Tabela dos 20 mais citados e relevantes no assunto Manufacturing Execution System (Métricas mais relevantes extraídas do Publish or Perish)**

Cites	Authors	Title	Year	Publisher	CitesPer Year	AuthorCount	Age
375	RY Zhong, QY Dai, T Qu, GJ Hu, GQ Huang	RFID-enabled real-time manufacturing execution system for mass-customization production	2013	Elsevier	53.57	5	7
161	P Helo, M Suorsa, Y Hao, P Anussornnitisarn	Toward a cloud-based manufacturing execution system for distributed manufacturing	2014	Elsevier	26.83	4	6
117	Q Dai, R Zhong, GQ Huang, T Qu...	Radio frequency identification-enabled real-time manufacturing execution system: a case study in an automotive part manufacturer	2012	Taylor & Francis	14.63	5	8
115	J Cottyn, H Van Landeghem, K Stockman...	A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives	2011	Taylor & Francis	12.78	4	9
84	M Rolón, E Martínez	Agent-based modeling and simulation of an autonomic manufacturing execution system	2012	Elsevier	10.50	2	8
64	PDU Coronado, R Lynn, W Louhichi, M Parto...	Part data integration in the Shop Floor Digital Twin: Mobile and cloud technologies to enable a manufacturing execution system	2018	Elsevier	32.00	5	2
49	Z Yang, P Zhang, L Chen	RFID-enabled indoor positioning method for a real-time manufacturing execution system using OS-ELM	2016	Elsevier	12.25	3	4
43	PF McLaughlin, A Duca, MG Burd	Cloud computing for a manufacturing execution system	2016	Google Patents	10.75	3	4
39	D Cooper, K Chao, K Chambers, R Sze...	Industry-specific workflows in a manufacturing execution system	2013	Google Patents	5.57	5	7
37	ML Wang, T Qu, RY Zhong, QY Dai...	A radio frequency identification-enabled real-time manufacturing execution system for one-of-a-kind production manufacturing: a case study in mould industry	2012	Taylor & Francis	4.63	5	8
36	A Bratukhin, T Sauter	Functional analysis of manufacturing execution system distribution	2011	ieeexplore.ieee.org	4.00	2	9
35	W Offenmüller	System and method for managing software applications, particularly manufacturing execution system (MES) applications	2012	Google Patents	4.38	1	8
34	J Kletti	MES-Manufacturing Execution System: Moderne Informationstechnologie unterstützt die Wertschöpfung	2015	books.google.com	6.80	1	5
31	YH Yin, JY Xie	Reconfigurable manufacturing execution system for pipe cutting	2011	Taylor & Francis	3.44	2	9
30	O Morariu, T Borangiu, S Raileanu	vMES: Virtualization aware manufacturing execution system	2015	Elsevier	6.00	3	5
29	SM Popp	Manufacturing execution system for validation, quality and risk assessment and monitoring of pharmaceutical manufacturing processes	2010	Google Patents	2.90	1	10
27	BW Jeon, J Um, SC Yoon...	An architecture design for smart manufacturing execution system	2017	Taylor & Francis	9.00	4	3
25	RY Zhong, GQ Huang, QY Dai, K Zhou...	RFID-enabled real-time manufacturing execution system for discrete manufacturing: Software design and implementation	2011	ieeexplore.ieee.org	2.78	5	9
24	JM Novas, R Bahtiar, J Van Belle...	An Approach for the Integration of a Scheduling System and a Multi-Agent Manufacturing Execution System. Towards a Collaborative Framework.	2012	Elsevier	3.00	4	8

Fonte: Os autores (2020)

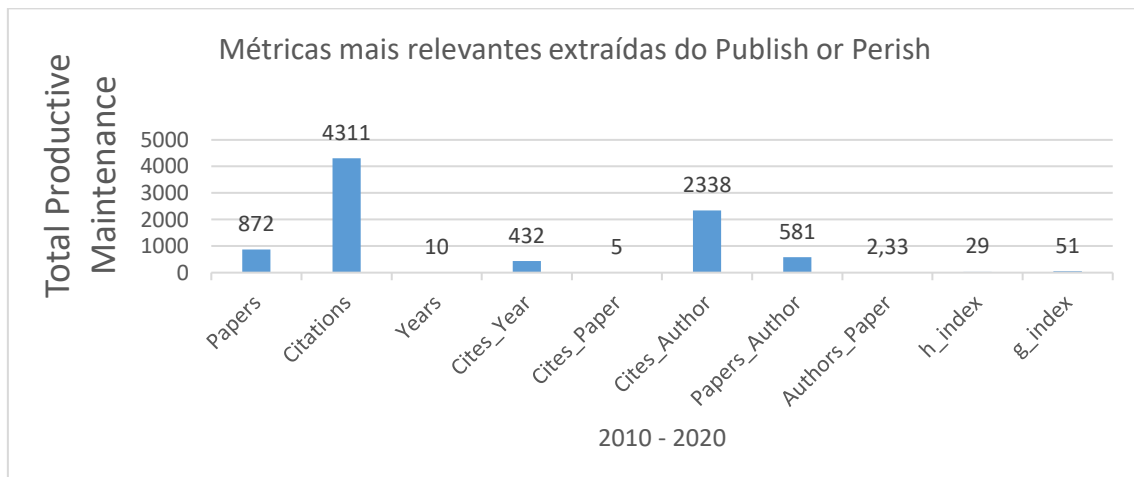
**Figura 5** – Gráfico da evolução do tema Total Productive Maintenance segundo a base Google Scholar



Fonte: Os autores (2020)

A metodologia TPM se revelou bastante ativa nos últimos 10 anos. Podemos ver no gráfico acima que o meio acadêmico se mostrou bastante interessado no tema, já que o número de artigos e de suas citações apresentaram ótimo crescimento.

**Figura 6** – Gráfico Quantitativo Total Productive Maintenance



Fonte: Os autores (2020)

**Figura 7** – Tabela dos 20 mais citados e relevantes no assunto Total Productive Maintenance (Métricas mais relevantes extraídas do Publish or Perish)

Cites	Authors	Title	Year	Publisher	CitesPer Year	Author Count	Age
213	FJ Brunner	Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance Shopfloor Management, Toyota Production ...	2017	Carl Hanser	71.00	1	3
185	R Singh, AM Gohil, DB Shah, S Desai	Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study	2013	Elsevier	26.43	4	7
172	OTR Almeanazel	Total productive maintenance review and overall equipment effectiveness measurement	2010	ijmie.hu.	17.20	1	10
130	MW Wakjira, AP Singh	Total productive maintenance: A case study in manufacturing industry	2012	engineeri	16.25	2	8
114	R Attri, S Grover, N Dev, D Kumar	An ISM approach for modelling the enablers in the implementation of total productive maintenance (TPM)	2013	Springer	16.29	4	7
100	PS Poduval, VR Pramod	Interpretive structural modeling (ISM) and its application in analyzing factors inhibiting implementation of total productive maintenance (TPM)	2015	emerald.c	20.00	2	5
98	R Attri, S Grover, N Dev, D Kumar	Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM)	2013	Springer	14.00	4	7
87	A Jain, R Bhatti, H Singh	Total productive maintenance (TPM) implementation practice	2014	emerald.c	14.50	3	6
74	AB Abdallah	The influence of "soft" and "hard" total quality management (TQM) practices on total productive maintenance (TPM) in Jordanian manufacturing companies	2013	Citeseer	10.57	1	7
72	M Graisa, A Al-Habalbeh	An investigation into current production challenges facing the Libyan cement industry and the need for innovative total productive maintenance (TPM) strategy	2011	emerald.c	8.00	2	9
64	T Friedli, M Goetzfried, P Basu	Analysis of the implementation of total productive maintenance, total quality management, and just-in-time in pharmaceutical manufacturing	2010	Springer	6.40	3	10
63	HM Lazim, T Ramayah	Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach	2010	emerald.c	6.30	2	10
61	R Attri, S Grover, N Dev	A graph theoretic approach to evaluate the intensity of barriers in the implementation of total productive maintenance (TPM)	2014	Taylor & F	10.17	3	6
58	IH Afefy	Implementation of total productive maintenance and overall equipment effectiveness evaluation	2013	academia.	8.29	1	7
57	HS Rajput, P Jayaswal	A total productive maintenance (TPM) approach to improve overall equipment efficiency	2012	tpmclubs	7.13	2	8
54	BG Mwanza, C Mbohwa	Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company	2015	Elsevier	10.80	2	5
52	S Modgil, S Sharma	Total productive maintenance, total quality management and operational performance	2016	emerald.c	13.00	2	4
48	TK Agustiadny, EA Cudney	Total productive maintenance	2018	Taylor & F	24.00	2	2

Fonte: Os autores (2020)

Alguns artigos foram citados neste trabalho mesmo não estando nas devolutivas da pesquisa com as palavras chaves, devido à proximidade e relevância apresentada no tema e pelo interesse demonstrado pelo meio acadêmico.

Os artigos The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES), escrito por Francisco Almada-Lobo em 2015, obteve 404 citações em seus 5 anos de existência e o artigo Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination, escrito por Wang Shiyong, Jiafu Wan, Daqiang Zhang, Di Li, Chunhua Zhang em 2016, obteve 793 citações, revelando o tema interessante e útil para a realidade atual.

## 6. Considerações finais

Como resultado das pesquisas realizadas através do software Publish or Perish, é possível afirmar que o mesmo é de grande importância, podendo ser levado em consideração para estudos posteriores no curso de Mestrado ou mesmo de qualquer outro propósito com a premissa de desenvolver as habilidades de pesquisa, assim formando profissionais capazes de desenvolver,



inovar e transformar processos e sistemas produtivos ou mesmo qualquer outra área de aplicação.

As pesquisas realizadas para desenvolvimento deste artigo demonstraram evolução constante no assunto, com diversos elementos auxiliares das novas tecnologias sendo este o contexto mais recente da produção científica.

A difusão dos sistemas cyber físicos promoveu a implementação de diversos componentes para transformar a manufatura em um sistema flexível e programável com maior rapidez e eficiência e lidar com um público consumidor cada vez mais exigente a customização é uma necessidade da nova indústria, a automação é a aliada mais notável há tempos. As estratégias precisam sair do papel e serem colocadas em prática, com o TPM se cria padrões, rotinas e assiduidade na disciplina, já o MES une todas as métricas para obtenção de bons resultados, o software pode mensurar a evolução dos indicadores da empresa, assim como mapeia todas as falhas nos equipamentos, programação e todos os ativos envolvidos no processo de fabricação e manutenção em tempo real, assim unindo todos os níveis hierárquicos da empresa.

A união do TPM e do MES poderá auxiliar a tomada de decisões mais rápidas e eficientes e principalmente manter as melhorias realizadas para sanar os defeitos. Essa união trará maturidade para a empresa e seus colaboradores e otimizará todos os seus ativos, trazendo grande vantagem competitiva.

## Referências

ALMADA-LOBO, Francisco. *The Industry 4.0 revolution and the future of manufacturing execution systems (MES)*. **Journal of innovation management**, v.3, n. 4, p. 16-21, 2015.

BERTI, Rodrigo de Mattos. *Implantação de um MES (Sistema de execução da Manufatura) em um ambiente de manufatura enxuta*.2010.115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BRUNNER, Franz J. (Ed.). *Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance Shopfloor Management, Toyota Production System, GD3-Lean Development*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2017.189 p.

DE VARGAS, Elisandro João; SELLITTO, Miguel Afonso. Contribuição do manufacturing execution system na execução de prioridades competitivas em empresas de manufatura. Revista Produção Online, v. 16, n. 3, p. 875-894, 2016. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2161>

KLEIN, E. Ti Inside, 2020. Disponível em: <<https://tiinside.com.br/25/08/2020/pro-atividade-digital-novos-tempos-novas-estrategias/>>. Acesso em: 25 ago. 2020

KLETTI, Jürgen. *Manufacturing Execution Systems – MES*. 1º. ed. Mosbach: Springer, v. 1, 2007. 271 p.

MEYER, Heiko ; FUCHS, Franz ; THIEL, Klaus. *Manufacturing Execution System*. New York: The McGraw-Hill , 2009. 245p.

NEVES, J.M.S. das. *Contribuições da implementação da tecnologia de informação MES – Para melhoria das dimensões competitivas da manufatura*. 2011. 19f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

Publish or Perish, 2020. Disponível em: < <https://harzing.com/resources/publish-or-perish/windows>>. Acesso em: 20, setembro de 2020.

SHIROSE, Kunio.; KIMURA, Yoshifumi.; KANEDA, Mitsugo. *AN ADVANCED STEP IN TPM IMPLEMENTATION (English Edition)*. 1ª Edição. ed. New York: Productivity Press, 2012. 181p.

WANG, Shiyong et al. *Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination*. 2015 **Computer Networks**, v. 101, p. 158-168, 2016.