

Uma análise da produção científica do modelo lean manufacturing a indústria 4.0

Marcos Henrique de Matos (FATEB Faculdade de Telêmaco Borba) marcoshrqq@hotmail.com

Josivan Lara dos Santos (FATEB Faculdade de Telêmaco Borba) josivan.lara@icloud.com

Mary Ane Aparecida Gonçalves (UTFPR/Campus Ponta Grossa) maryanegoncalves@hotmail.com

Resumo:

A indústria 4.0 surge com a integração de máquinas físicas e complexas e dispositivos com sensores em rede e softwares, usados para prever, controlar e planejar com a finalidade de otimizar todos os processos industriais. Diante deste contexto foi estabelecido como objetivo principal deste estudo: realizar um levantamento teórico na base de dados da capes *Web of Science* acerca da evolução dos sistemas de produção do Lean Manufacturing até a Indústria 4.0. Esta pesquisa se caracteriza como de natureza teórica em relação ao tema abordado. Quanto aos seus procedimentos técnicos, enquadra-se como um estudo bibliográfico, pois tratará de dados e verificações providas diretamente de trabalhos já realizados do assunto pesquisado. Do ponto de vista dos objetivos, classifica-se como exploratória e descritiva, pois buscará informações específicas e características do que está sendo estudado. Foram definidas as palavras-chave: *lean manufacturing, lean manufacturing and industr* 4.0, industrial technicies manegement, methods of lean production* para selecionar os artigos na base de dados Web of Science. Foi utilizado o software livre *VosViewer®* para melhor visualização de alguns dos campos pesquisados. Com esse trabalho foi possível constatar que as empresas que se adequarem ao avanço tecnológico irão possuir um diferencial exuberante sobre os seus concorrentes, se destacando como uma das vantagens da indústria 4.0, sendo assim atingindo um dos objetivos propostos.

Palavras chave: Lean manufacturing, indústria 4.0, técnicas de gestão industrial, análise bibliométrica.

An analysis of the scientific production from model lean manufacturing to industry 4.0

Abstract

Industry 4.0 comes with the integration of physical and complex machines and devices with network sensors and software, used to predict, control and plan for the purpose of optimizing all industrial processes. In view of this context, it was established as the main objective of this study: to carry out a theoretical survey in the data base of the Capes Web of Science about the evolution of the production systems from Lean Manufacturing to Industry 4.0. This research is characterized as having a theoretical nature in relation to the topic addressed. As for its technical procedures, it is framed as a bibliographical study, because it will deal with data and verifications coming directly from work already done on the researched subject. From the point of view of the objectives, it is classified as exploratory and descriptive, as it will seek specific information and characteristics of what is being studied. The following keywords were defined: *lean manufacturing, lean manufacturing and industr * 4.0, industrial techniques, methods of lean production* to select articles in the Web of Science database. *VosViewer®* free software was used to better visualize some of the fields surveyed. With this work it was possible to verify that the companies that adapt to the technological advance will have an exuberant differential over their competitors, standing out as one of the advantages of the industry 4.0, thus reaching one of the proposed objectives.

Key-words: Lean manufacturing, industry 4.0, industrial management techniques, bibliometric analysis.

1. Introdução

Os sistemas de produção são representados como a estrutura geral de uma fábrica, desde os trabalhadores, máquinas, ferramentas até o arranjo físico do armazém, tendo como foco geral produzir e entregar peças/produtos. Observa-se que tudo está diretamente ligado no processo produtivo e é importante estudar e identificar como todo este sistema irá se relacionar para gerar um bom desempenho, dessa forma obtendo a resposta para máxima excelência em lucratividade, redução de perdas, aproveitamento do tempo e gerenciamento da produção.

O Lean manufacturing, também conhecido como manufatura enxuta, surge como uma metodologia proveniente da indústria japonesa que tem como benefício organizar, otimizar e estruturar os sistemas produtivos para atender e suprir com total eficiência a demanda do mercado, sem gerar desperdícios.

Para Sandder et al. (2016) a metodologia lean manufacturing apresenta um amplo potencial de gerenciamento de todo o sistema de produção capaz de melhorar a produtividade, diminuindo custos e tempos perdidos em processos. Vemos atualmente que os sistemas de produção evoluíram de sistemas totalmente manuais para sistemas totalmente automatizados, onde temos casos específicos que encontramos no momento atual. Isso se dá pelo fato de que o sistema necessita de uma acurácia cada vez maior em controles estatísticos de produção, qualidade de produto e segurança.

Outra condição que deve ser destacada é empregabilidade de tecnologias em processos produtivos tem crescido cada vez mais, dando destaque para sistemas altamente tecnológicos e gerenciáveis, de tal forma que a indústria 4.0 apareça como um destaque para o presente momento, onde Sander et al. (2016) destaca como sendo a quarta revolução industrial, onde se aplica conceitos que significativamente são capazes de alterar toda a execução das operações, com a adesão de um sistema automatizado e dinâmico, vale ressaltar que toda essa evolução é um contexto gerado pelas pressões de competitividade do mercado.

Mrugalska e Wyrwicka (2016) relatam que a adoção de tecnologia em sistemas produtivos aparece a partir de 1970, onde se há uma grande necessidade para informações e comunicação de toda cadeia produtiva. Também é relevante destacar que a indústria 4.0 surge com o conceito citado pelos autores sendo a “a integração de máquinas físicas complexas e dispositivos com sensores em rede e software, usados para prever, controle e plano para melhores negócios e resultados sociais” mas para isso é necessário um conjunto de suporte capaz de atender toda a demanda por TI.

Diante deste contexto levante-se o problema de pesquisa que orienta este estudo: Como se desenvolveram os sistemas de produção do modelo lean manufacturing até a indústria 4.0?

Para responder a este problema de pesquisa têm-se como objetivo principal Realizar um levantamento da evolução dos sistemas de produção do Lean Manufacturing até a Indústria 4.0 e para cumprir este objetivo fixou-se como objetivos específicos (a) Realizar um levantamento teórico acerca dos sistemas de produção lean manufacturing até a indústria 4.0. (b) Diagramar os principais avanços nos sistemas de produção e por fim (c) Apontar as principais vantagens da indústria 4.0.

2. Metodologia

2.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como de natureza teórica em relação ao tema abordado. Quanto aos seus procedimentos técnicos, enquadra-se como um estudo bibliográfico, pois tratará de dados e verificações providas diretamente de trabalhos já realizados do assunto pesquisado. Do ponto de vista dos objetivos, classifica-se como exploratória e descritiva, pois buscará informações específicas e características do que está sendo estudado (SILVA, 2005).

2.2 Organização da pesquisa

Este artigo está estruturado em quatro tópicos. No primeiro foi realizada a introdução e levantamento da pergunta de pesquisa que direciona este estudo. No segundo tópico é apresentada a metodologia adotada neste trabalho. No terceiro tópico são discutidos os resultados obtidos neste trabalho e por fim, no quinto tópico são apresentadas as conclusões deste estudo.

2.3 Procedimentos da Pesquisa

Para a análise bibliométrica são utilizados os artigos constantes do portfólio bibliográfico e suas referências para apuração do grau de relevância de periódicos, grau de reconhecimento científico de artigos, grau de relevância dos autores, instituições, país e as palavras-chave mais utilizadas.

Neste trabalho foram definidas as palavras-chave: *lean manufacturing*, *lean manufacturing and industr* 4.0*, *industrial technicies manegement*, *methods of lean production* para selecionar os artigos na base de dados Web of Science.

A base escolhidas foi a *Web of science* por ser multidisciplinar e indexar somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. É também um índice de citações, informando, para cada artigo, os documentos por ele citados e os documentos que o citaram. Possui hoje mais de 9.000 periódicos indexados. Também foi escolhida por sua abrangência e por ser a única a permitir a aplicação de todos os softwares usados nesta pesquisa (CAPES, 2017).

Foi utilizado o software livre VosViewer® para melhor visualização de alguns dos campos pesquisados.

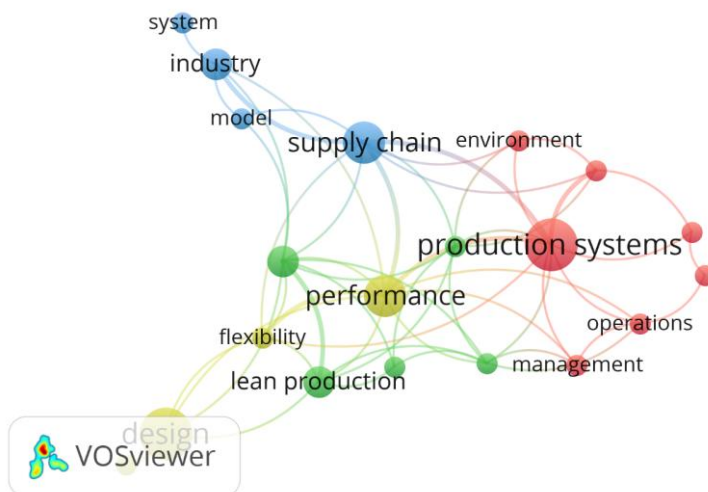
3. Resultados e Discussão

3.1 Análise bibliométrica

Inicialmente foi realizada uma busca preliminar com as palavras-chave estabelecidas neste trabalho: *lean manufacturing*, *lean manufacturing and industr* 4.0*, *industrial technicies manegement*, *methods of lean production* na base de dados Web of Science.

Com isso foram identificadas conforme são demonstradas no Grafico 1, as palavras que se apresentam com maior relevancia no momento em que relacionamos *lean manufacturing* a *industria 4.0*, a partir dessa analise pode-se realizar uma busca mais direcionada com as palavras mais empregadas neste contexto.

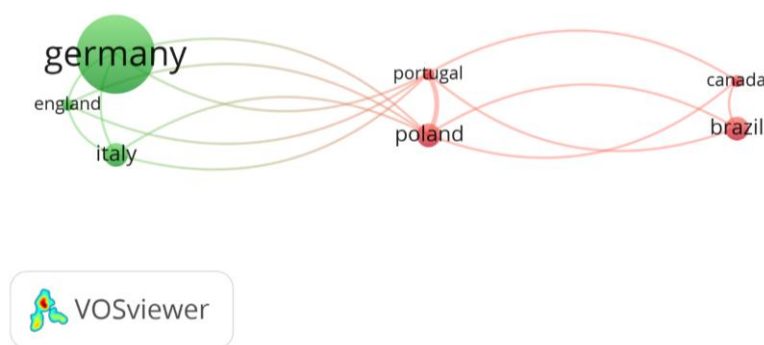
Gráfico 1: Principais palavras relacionadas ao tema



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme pode-se observar no gráfico 2 os países que mais se destacam com estudos realizados sobre o assunto indústria 4.0, tendo a Alemanha como uma expressiva referência para estudos futuros. O relacionamento entre os países se torna uma alternativa para que cada vez mais novas tecnologias possam ser desenvolvidas capazes de atender toda demanda de um sistema produtivo.

Gráfico 2: Países que mais publicam sobre o tema

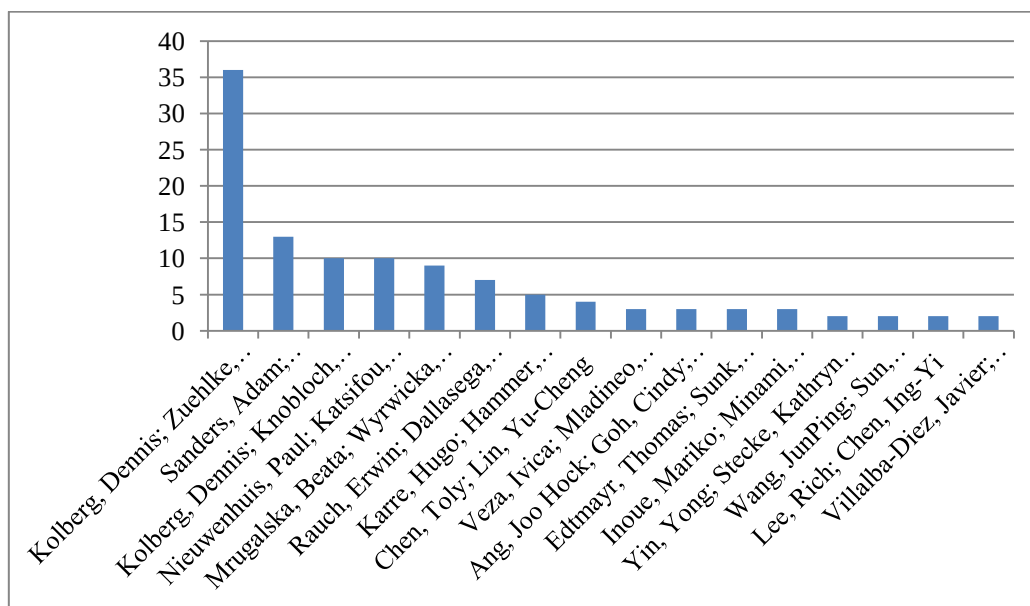


Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme Buer et al. (2017) nos últimos anos, a Indústria 4.0 emergiu como um dos conceitos mais discutidos e ganhou popularidade significativa na academia e no setor industrial. Tanto a Indústria 4.0 quanto a manufatura enxuta utilizam o controle descentralizado e visam aumentar a produtividade e a flexibilidade.

No Gráfico 3 temos os autores que aparecem com maior relevância quando se trata de indústria 4.0, onde podemos destacar que os mesmos se relacionando com fins de potencializar e desenvolver novas pesquisas referente ao tema.

Gráfico 3: Principais autores

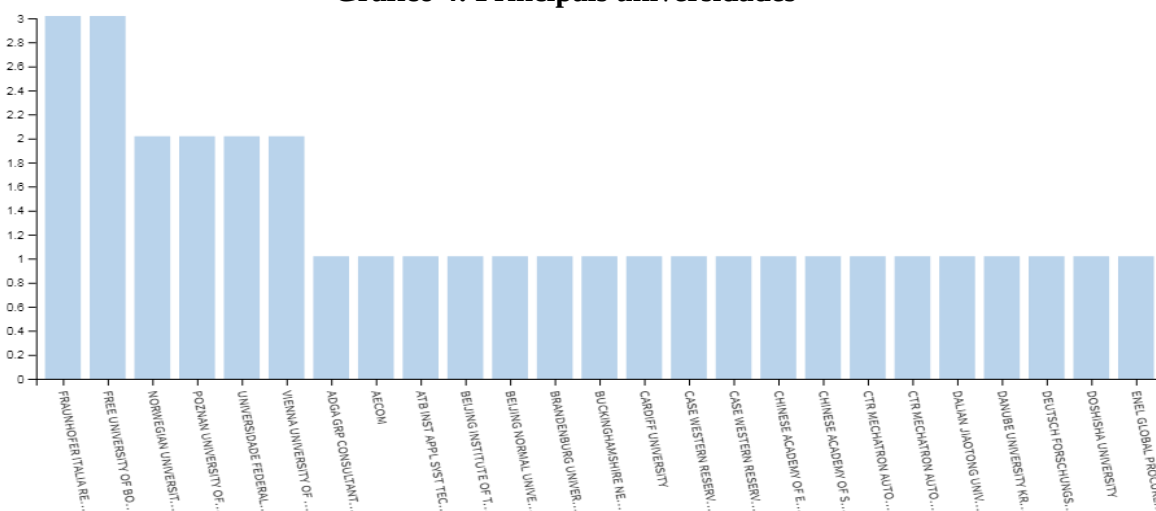


Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Pode-se observar no Gráfico 3 que os autores Kolberg, Dennis; Zuehlke, Detlef (2015) se destacam com 36 citações do trabalho “Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies”, na sequência aparecem os autores Sanders, Adam; Elangeswaran, Chola; Wulfsberg, Jens (2016) com 13 citações do trabalho “Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing”.

Foram analisadas e identificadas as principais universidades onde o tema é estudado e desenvolvido atualmente, conforme representação no Gráfico 4.

Gráfico 4: Principais universidades



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

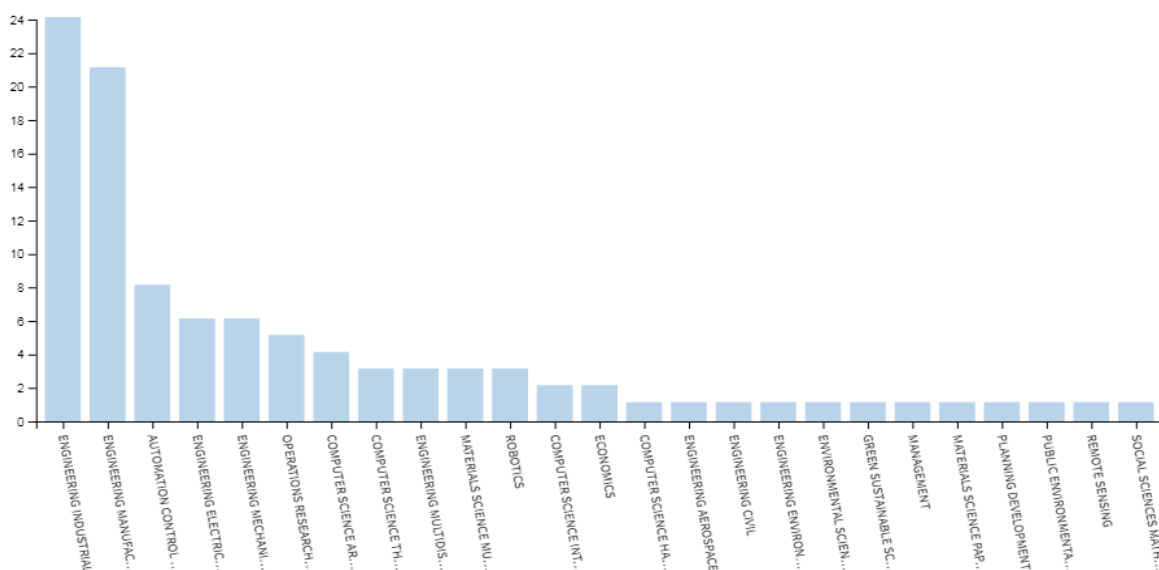
Diante dos principais autores e das principais universidades foram selecionados os principais trabalhos que contemplam a temática deste estudo conforme são apresentados na Tabela 1 com escore de citações:

Tabela 1: Escore de citacoes

TÍTULO	AUTORES	ANO	CITAÇÕES
Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies	Kolberg, Dennis; Zuehlke, Detlef	2015	36
Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing	Sanders, Adam; Elangeswaran, Chola; Wulfsberg, Jens	2016	13
Towards a lean automation interface for workstations	Kolberg, Dennis; Knobloch, Joshua; Zuehlke, Detlef	2017	10
More sustainable automotive production through understanding decoupling points in leagile manufacturing	Nieuwenhuis, Paul; Katsifou, Eleni	2015	10
Towards Lean Production in Industry 4.0	Mrugalska, Beata; Wyrwicka, Magdalena K.	2017	9
The way from Lean Product Development (LPD) to Smart Product Development (SPD)	Rauch, Erwin; Dallasega, Patrick; Matt, Dominik T.	2016	7
Transition towards an Industry 4.0 state of the leanlab at Graz University of Technology	Karre, Hugo; Hammer, Markus; Kleindienst, Mario; Ramsauer, Christian	2017	5

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os journals científicos que mais se destacam sobre a tematica são: Journal Of Industrial Engineering And Management, International Journal Of Production Research e Journal Of Cleaner Production. Os eventos que mais se destacam nesta linha são o 7th international conference on engineering, project, and production management, 26th cirp design conference e 7th conference on learning factories.

Gráfico 5: Areas de desenvolvimento do tema


Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme demonstrado no Gráfico 5: Áreas de desenvolvimento do tema, podemos observar que a engenharia industrial ou engenharia de produção aparece com destaque, dessa forma o profissional desta área necessita um conhecimento aplicado em sistemas de produção, lean manufactory e industria 4.0, pois será empregado diariamente nas rotinas de trabalho em indústrias.

3.2 Abordagem dos principais estudos encontrados

Karre et al (2016) cita o Instituto de Inovação e Gestão Industrial opera uma fábrica de aprendizagem (LeanLab) desde 2014 para melhorar a formação acadêmica, treinamentos de empresas e pesquisas práticas nas áreas de engenharia industrial e logística. O objetivo é possibilitar a aprendizagem orientada para a prática em um ambiente próximo à realidade industrial para facilitar a efetiva transferência de conhecimento. Uma extensão com tecnologias de ponta relevantes para futuros locais de fabricação está atualmente planejada. As fábricas de aprendizagem são plataformas adequadas para aplicar, testar e disseminar tecnologias e, portanto, devem garantir um desenvolvimento e transferência de tecnologia melhores e mais direcionados. Além disso, as sessões de treinamento para os trabalhadores serão projetadas para prepará-los para o ambiente da Indústria 4.0 na fábrica do futuro. Esses treinamentos se concentrarão no desenvolvimento das habilidades e qualificações necessárias para os trabalhadores lidarem com a crescente complexidade nos ambientes industriais.

Conforme Sanders et al. (2016) o Lean Manufacturing é amplamente considerado como uma metodologia potencial para melhorar a produtividade e diminuir os custos nas organizações de manufatura. O sucesso da manufatura enxuta exige esforços consistentes e conscientes da organização e tem que superar vários obstáculos. A Indústria 4.0 se torna uma fábrica inteligente, aplicando sistemas avançados de informação e comunicação e tecnologias orientadas para o futuro. Analisar a ligação incompletamente percebida entre a Indústria 4.0 e a manufatura enxuta, e investigar se a Indústria 4.0 é capaz de implementar o lean se torna uma meta de estudo diariamente para pesquisadores da área, sendo possível superar barreiras em sistema complexos.

Kolberg e Zühlke (2015) cita que o paradigma da Produção Lean tornou-se a principal abordagem para criar processos altamente eficientes na indústria desde o início dos anos 90. Após o súbito término da era do Computer Integrated Manufacturing (CIM), que finalmente estava fadado ao fracasso devido à sua inquestionável complexidade da tecnologia de automação necessária, a abordagem Lean foi bem-sucedida devido à sua alta eficiência reduzindo a complexidade e evitando a falta de valor. criando etapas do processo. Hoje, o termo Indústria 4.0 descreve uma visão de produção futura. Muitas pessoas são pelo menos céticas ou até hostis a essa nova abordagem. Temos combinações existentes de produção enxuta e tecnologia de automação, também chamada de Lean Automation.

Bauera et al. (2018) referem-se a indústria 4.0 como um termo genérico para vários conceitos digitais, e. IoT, CPS, Big Data, Análise de Dados, Digital Twin, Sombra Digital, HRC, etc. Esses conceitos prometem novos potenciais para otimização do planejamento e direção da produção (PPS). Em particular, a disponibilidade de dados é um facilitador para um aumento de eficiência no PPS. Gerentes de sistemas de manufatura enxuta questionam como integrar essas novas possibilidades nos projetos existentes de filosofia e otimização. Atualmente, é incerto se as abordagens Industrie 4.0 substituem ou revitalizam a manufatura enxuta. Dentro da fábrica de aprendizado da iwb, ilustramos lean e Industrie 4.0 como abordagens complementares postulando cinco teorias sobre sua interação. Este artigo apresenta a

introdução da Indústria 4.0 no programa da fábrica de aprendizagem, propondo dois ensinamentos integrados. O conceito foi implementado com sucesso dentro do iwb está aprendendo fábrica.

Mrugalska e Wyrwicka (2016) diz que a produção enxuta é amplamente reconhecida e aceita no ambiente industrial. Trata-se da estrita integração dos seres humanos no processo de fabricação, uma melhoria contínua e foco em atividades de valor agregado, evitando desperdícios. No entanto, um novo paradigma chamado Indústria 4.0 ou a quarta revolução industrial surgiu recentemente no setor manufatureiro. Permite criar uma rede inteligente de máquinas, produtos, componentes, propriedades, indivíduos e sistemas de TIC em toda a cadeia de valor para ter uma fábrica inteligente, sucessivamente destaca-se no gráfico 4 as áreas em o tema indústria 4.0 tem sido estudado e desenvolvido, em ênfase a Engenharia pois se necessita de meios como este para alavancar e favorecer o desenvolvimento tecnológico na área.

4. Conclusão

De acordo com Tortorella e Fettermann a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 tem sido considerada como uma estratégia para aumentar a qualidade do produto e tornar os processos de fabricação mais eficientes. No entanto, a maneira como essas tecnologias são integradas nos sistemas de produção existentes e quais processos elas podem suportar ainda estão sendo investigada.

A temática abordada nesse trabalho, do lean manufacturing a indústria 4.0 vem ganhando forma e aumentando sua popularidade, com destaque para os sistemas de produção que buscam desenvolver produtos novos ou aprimorados que tenham alcançável sucesso no mercado, porém que também seja capaz de reduzir os desperdícios e custos com processos que poderiam ser considerados inviáveis. É notável demonstrar como as áreas, universidades, países e autores tem se destacado na busca pelo estudo em questão.

Com esse trabalho foi possível constatar que as empresas que se adequarem ao avanço tecnológico irão possuir um diferencial exuberante sobre os seus concorrentes, se destacando como uma das vantagens da indústria 4.0, sendo assim atingindo um dos objetivos propostos.

Referências

- ANTHONY, P. Lean Manufacturing and Industry 4.0. 2017.
- BAUER, Harald et al. Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, v. 23, p. 147-152, 2018.
- BEIFERT, A.; GERLITZ, L.; PRAUSE, G. Industry 4.0—For Sustainable Development of Lean Manufacturing Companies in the Shipbuilding Sector. In: *International Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication*. Springer, Cham, 2017. p. 563-573.
- BUER, S-V; STRANDHAGEN, J. O.; CHAN, F. T. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018.
- DOH, S. W.; DESCHAMPS, F.; DE LIMA, E. P. Systems Integration in the Lean Manufacturing Systems Value Chain to Meet Industry 4.0 Requirements. In: *ISPE TE*. 2016. p. 642-650.
- MRUGALSKA, B.; WYRWICKA, M. K. Towards lean production in industry 4.0. *Procedia Engineering*, v. 182, p. 466-473, 2017.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016.

TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 8, p. 2975-2987, 2018.