



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**INDÚSTRIA 4.0: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA EM ARTIGOS PUBLICADOS NO
ENEGEP ENTRE OS ANOS DE 2011 A 2018**

Jacyara Araújo de Souza

Orientador: *Prof. Wagner Ragi Curi Filho*

João Monlevade

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Jacyara Araújo de Souza

**INDÚSTRIA 4.0: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA EM ARTIGOS PUBLICADOS NO
ENEGEP ENTRE OS ANOS DE 2011 A 2018**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: *Prof. Dr. Wagner Ragi Curi Filho*

João Monlevade

2019

S729i Souza, Jacyara Araújo de.
Indústria 4.0 [manuscrito]: análise bibliométrica em artigos publicados no ENEGEP entre os anos de 2011 a 2018 / Jacyara Araújo de Souza. - 2019.

44f.:

Orientador: Prof. Dr. Wagner Ragi Curi Filho.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Bibliometria. 2. Revolução Industrial. 3. Engenharia de Produção. I. Curi Filho, Wagner Ragi. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.5

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br



ATA DE DEFESA – ATV030

Aos doze dias do mês de julho de 2019, às 14 horas e 30 minutos, na sala H203 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pelo (a) aluno (a), Jacyara Araújo de Souza, Matrícula 15.2.8080 sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Wagner Ragi Curi Filho, Sérgio Evangelista Silva e Alana Deusilan Sester Pereira.

O (a) aluno (a) apresentou o trabalho intitulado: “Indústria 4.0: análise bibliométrica em artigos publicados no ENEGEP ENTRE 2011 E 2018”.

A comissão examinadora deliberou, pela:

Aprovação; ou Aprovação com Ressalva - Prazo concedido para as correções: 30 dias; ou Reprovação com Ressalva, com prazo para marcação da nova banca de: _____; ou Reprovação do(a) aluno(a), com a nota 7,5.

Na forma regulamentar e seguindo as determinações da Resolução COEP 05/2018 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo (a) aluno(a).

João Monlevade, 12 de julho de 2019.

Prof. Wagner Ragi Curi Filho (Orientador)

Profa. Alana Deusilan Sester Pereira.

Prof. Sérgio Evangelista Silva

Jacyara Araújo de Souza

Resumo

O termo Indústria 4.0 tem atraído cada vez mais atenção de pesquisadores e organizações que buscam melhorar seu processo produtivo. A ideia da indústria 4.0 está relacionada a uma revolução tecnológica com capacidade de fundir áreas físicas, digitais e biológicas, modificando a maneira como se interage uns com os outros e com a tecnologia atual. Contudo, dado que este tema tenha aparecido nos anais no ENEGEP apenas em 2011, muitas características do seu conteúdo ainda geram incertezas aos interessados. Este trabalho busca contribuir para responder como a indústria 4.0 têm sido abordada nas publicações por meio de uma pesquisa bibliométrica, realizada ao longo dos últimos 8 anos em artigos publicados nos Anais do ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A pesquisa bibliométrica realizada permitiu alguns achados nos quais destacam-se: o autor mais citado em publicações é Kargemann (2016), conhecido como um dos principais proponentes do conceito de Indústria 4.0; a metodologia quantitativa apareceu em 61% dos artigos identificados; os artigos enquadrados nas áreas de logística, pesquisa operacional, engenharia organizacional e engenharia de operações e processos compreenderam 83% dos artigos envolvidos nesta pesquisa; e a Internet das Coisas é a principal tecnologia abordada em 31,5% dos trabalhos.

Palavras-Chave: Bibliometria. Revolução Industrial. Indústria 4.0. ENEGEP. Engenharia de Produção.

Abstract

The term Industry 4.0 has attracted more and more attention from researchers and organizations seeking to improve their production process. The idea of industry 4.0 is related to a technological revolution capable of merging physical, digital and biological areas, changing the way they interact with each other and with current technology. However, given that this theme appeared in ENEGEP proceedings only in 2011, many features of its content still generate uncertainty for stakeholders. This paper aims to contribute to answer how industry 4.0 has been approached in publications through a bibliometric research, conducted over the last 8 years in articles published in the Annals of ENEGEP - National Meeting of Production Engineering. The bibliometric research carried out allowed some findings that stand out: the most cited author in publications is Kargemann (2016), known as one of the main proponents of the Industry 4.0 concept; the quantitative methodology appeared in 61% of the identified articles; The articles in the areas of logistics, operational research, organizational engineering and operations and process engineering comprised 83% of the articles involved in this research; and the Internet of Things is the main technology covered in 31.5% of the works.

Key-words: Bibliometry. Industrial Revolution. Industry 4.0. ENEGEP. Production Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Três leis da Bibliometria.....	16
Figura 2 - Pesquisa de Trabalhos no site ABEPRO	18
Figura 3 - Indústria 4.0: Qual o grau de maturidade digital da sua empresa?	23
Figura 4 - Indústria 4.0: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso.....	24
Figura 5 - Percentual de artigos publicados nos últimos 8 anos.....	28
Figura 6 - Percentual de artigos utilizados na pesquisa	29
Figura 7 - Autores mais referenciados	30
Figura 8 - Metodologias mais utilizadas	32
Figura 9 - Áreas mais citadas da Engenharia de Produção.....	33
Figura 10 - Tecnologias mais citadas da Indústria 4.0	34
Figura 11 - Nuvem de palavras das palavras chave dos artigos	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Como foram selecionados os dados dos artigos	19
Quadro 2 - Comparativo entre as revoluções industriais	20
Quadro 3 - Pilares da Indústria 4.0	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de artigos publicados nos últimos 8 anos.....	27
---	----

SUMÁRIO

1	Introdução	11
2	Metodologia	12
2.1	Bibliometria.....	14
2.2	Coleta de Dados.....	17
2.3	Análise de Dados	18
3	Revoluções Industriais.....	19
3.1	Primeira Revolução Industrial	20
3.2	Segunda Revolução Industrial	21
3.3	Terceira Revolução Industrial	21
3.4	Quarta Revolução Industrial.....	22
3.4.1	Características da Indústria 4.0.....	24
4	Resultados	26
4.1	Percentual de artigos publicados	27
4.2	Percentual de artigos utilizados.....	28
4.3	Quantidade de autores referenciados	30
4.4	Percentual de metodologias utilizadas	31
4.5	Percentual das Áreas da Engenharia de Produção	32
4.6	Percentual de Tecnologias mais citadas.....	33
4.7	Palavras-Chave mais utilizadas.....	34
5	Conclusão	35
	Referências.....	38

1 Introdução

O conceito da indústria 4.0 surge no contexto de uma nova revolução industrial, que foca e abrange as mais recentes inovações tecnológicas e auxiliam na produção rápida e ao mesmo tempo customizada. O termo surgido na Alemanha no ano de 2011 refere-se a mudanças diretamente ligadas aos campos de automação integrados à tecnologia da informação (KAGERMANN et al., 2016).

Com o objetivo de promover a automatização da manufatura e, conseqüentemente, o aumento da produtividade e competitividade por meio de “fábricas inteligentes”, a quarta revolução industrial ainda em curso, caracteriza-se pela integração entre a Internet e processos produtivos, com o auxílio de sensores menores e inteligência artificial aplicada às máquinas (SCHWAB, 2017).

Por meio de comunicação e cooperação em tempo real entre pessoas, equipamentos e dispositivos, os sistemas ciber-físicos são capazes de monitorar processos físicos e tomar decisões inteligentes durante a troca de informações, conectando toda a cadeia de valor. Portanto, pode-se dizer que o termo agrega tecnologias e valor à organização, servindo de ponte entre a virtualização e objetos físicos na indústria (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2015).

A quarta revolução industrial surge após outras três que ocorreram ao longo do tempo, na busca de melhorias contínuas e evolução nos processos produtivos. A primeira revolução industrial caracterizou-se pela mecanização da produção marcada pelo ano de 1764, a segunda impulsionada pela energia elétrica destaca-se pela produção em massa, quando surge Henry Ford em 1913 com a primeira linha de montagem, e a terceira que permanece desde 1968 até os dias atuais, utilizando tecnologia da informação na automação (KAGERMANN et al., 2016).

De acordo com relatório publicado pela Confederação Nacional da Indústria (2016, p. 17), estima-se que, até 2025, os processos relacionados à Indústria 4.0 poderão reduzir custos de manutenção de equipamentos em até 40%, reduzir o consumo de energia em até 20% e aumentar a eficiência do trabalho em até 25%, podendo impactar o PIB brasileiro em aproximadamente US\$ 39 bilhões até 2030.

Diante do crescimento do tema indústria 4.0 este trabalho realizou uma pesquisa bibliométrica a partir dos artigos publicados no Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) ao longo dos últimos 8 anos e analisado como tem sido a evolução no campo da engenharia de produção. Cabe ressaltar que durante o trabalho de pesquisa encontrou-se trabalho similar com título “A Indústria 4.0 na perspectiva da engenharia de produção no Brasil: levantamento e síntese de trabalhos publicados em congressos nacionais” dos autores Tiago Fonseca Albuquerque Cavalcanti Sigahi e Bárbara Cristina de Andrade, publicado no ano de 2017. Entretanto este trabalho se diferencia daquele apresentado por Sigahi e Andrade (2017) por limitar as palavras de busca a “Indústria 4.0” e ter focado sua pesquisa nos anais do ENEGEP.

2 Metodologia

Segundo Minayo et al. (2002), metodologia é o caminho do pensamento e a prática exercida incluindo concepções teóricas e o conjunto de técnicas na abordagem da realidade. É um estudo dos caminhos a serem percorridos e quais métodos serão utilizados para concluir uma pesquisa científica.

É importante descrever a diferença entre metodologia e método. A primeira diz respeito à validade do caminho percorrido a fim de atingir o objetivo final, e não deve ser confundida com o conteúdo e procedimentos (métodos e técnicas) que serão utilizados ao longo da pesquisa. A metodologia indica qual escolha teórica será utilizada na abordagem do estudo e apesar da diferença em suas concepções, metodologia e método caminham juntos e “incrivelmente inseparáveis”, a fim de dispor um instrumental claro e coerente sobre o estudo (MINAYO et al., 2002 p. 16).

A metodologia tem por finalidade ajudar a explicar não apenas os produtos da investigação científica, mas principalmente seu próprio processo, focada na produção dos resultados (BRUYNE, HERMAN E SCHOUTH, 1991).

Segundo Strauss & Corbin (1998), o método de pesquisa é um conjunto de procedimentos e técnicas utilizados para se coletar e analisar os dados. O método fornece os meios para se alcançar o objetivo proposto, ou seja, são as “ferramentas” das quais fazemos uso na pesquisa, a fim de responder nossa questão.

Quanto à abordagem do problema, existem três tipos de classificação, a pesquisa qualitativa, quantitativa ou mista. A primeira destas, está mais relacionada ao levantamento de dados sobre as motivações de um grupo, em compreender e interpretar determinados comportamentos, a opinião e as expectativas dos indivíduos de uma população (DALFOVO et al, 2008).

A pesquisa qualitativa é indicada quando há a necessidade, por exemplo, de entender a percepção do cliente quanto a um novo produto, compreender a escolha de voto dos eleitores, analisar o modo de trabalho da concorrência, indicar as melhores ações para uma campanha de marketing, etc (DALFOVO et al, 2008).

Já a pesquisa quantitativa, prioriza apontar numericamente a frequência e a intensidade dos comportamentos dos indivíduos de um determinado grupo, ou população. Estas medidas são precisas e podem ser úteis para decisões mais acertadas. Os meios de coleta de dados são estruturados, e entre eles estão a entrevista individual e os questionários (on-line, de autopreenchimento, por telefone, presencial, etc.), e muitos outros recursos, sempre com perguntas objetivas e muito claras (DALFOVO et al, 2008).

A pesquisa mista nada mais é do que uma mistura das investigações quantitativa e qualitativa, podendo aproximar-se mais de um dos anteriores tipos ou do outro, podendo variar muito o grau de semelhança a cada um deles. Por esse motivo, pode-se ter uma variedade de tipos de investigação mista.

Este trabalho lançou mão de uma abordagem quantitativa expressa nos estudos bibliométricos. Portanto, o método utilizado neste presente trabalho é uma pesquisa bibliométrica que tem por finalidade responder algumas questões acerca de artigos publicados no ENEGEP de 2011 a 2018: Em que ano ocorreram mais publicações? Qual a quantidade de autores? Quais são os autores? Quais suas palavras-chave e as mais utilizadas? Qual área da Engenharia de Produção possui maior interesse? Qual o tipo de estudo? Qual abordagem metodológica utilizada? Quais as tecnologias mais citadas?

Neste caso, as ferramentas estatísticas devem ser aplicadas com rigor para que haja a confiabilidade necessária para, através da amostra, inferirmos resultados sobre a população de interesse (DALFOVO et al, 2008).

2.1 Bibliometria

A análise bibliométrica, um tipo de metodologia existente, abrange um estudo quantitativo para pesquisas científicas, na qual sua realização é possível por meio de coleta de informações de outros artigos. Possui o objetivo de mensurar e contribuir para o conhecimento e crescimento desta linha de interesse, mostrando sua trajetória e indicando qual parcela possui maior relevância aos pesquisadores em geral e conseqüentemente, auxiliando nas tomadas de decisões (YOSHIDA, 2010).

Anteriormente conhecida como estatística bibliográfica, a bibliometria segundo Pritchard (1969), é definida como todos os estudos que tentam quantificar os processos de comunicação escrita. Mas ao contrário do que se espera, possui como principal objetivo, analisar e obter distribuições que nos informe sobre o número de autores, trabalhos, países ou revistas que existem em cada categoria de produtividade, utilidade ou o que mais desejarmos saber (PRICE, 1976).

O surgimento desta técnica estatística se deu no início do século XX como necessidade do estudo e avaliação das atividades de produção e comunicação científica para descrever aspectos da literatura e outros meios de comunicação (PRITCHARD, 1969).

O principal conceito da bibliometria tem por finalidade analisar atividades científicas ou técnicas pelos estudos quantitativos das publicações. Isto é, a partir de contagens estatísticas de publicações, os dados quantitativos são calculados nos processos de comunicação escrita (MOREIRA et al, 2017).

Essa concepção levou Rostaing (1996, p. 21) a adotar uma abordagem mais pragmática da bibliometria, considerando-a como “a aplicação dos métodos estatísticos ou matemáticos sobre o conjunto de referências bibliográficas”.

O nível de atividade das pesquisas pode ser determinado por meio da quantidade de vezes em que um termo é citado, e é justamente esta análise, abordada de uma forma mais simplificada, que resulta em uma pesquisa bibliométrica (VIDICAN, WOON & MADNICK, 2009; PORTER, A., 2007).

Dentre as aplicações para a análise bibliométrica, pode-se identificar com que frequência determinados assuntos são tratados e publicados, assim como as áreas de maior interesse (YOSHIDA, 2010). Entre as aplicações da bibliometria podem ser

citadas: a seleção de livros e publicações periódicas, a identificação das características temáticas da literatura, a evolução de bibliografias e coleções, entre outros (OKUBO, 1997). A análise bibliométrica tem como objetivo avaliar a tipologia, a quantidade e a qualidade das fontes de informação citadas em pesquisas, por meio de um método mais flexível, retornando assim, como produto da análise bibliométrica, os indicadores científicos dessa produção (MOREIRA et al, 2017).

As informações são obtidas, por exemplo, a partir de publicações, palavras, citações e referências, os resultados e explicações para elementos não estruturados da pesquisa principal são explorados e analisados com o propósito de organizá-los, filtrando e selecionando aqueles de maior correlação e/ou interesse, compreendendo e influenciando assim em decisões futuras (DAIM et al., 2005).

Também utilizada para auxiliar outras áreas de pesquisa, a bibliometria busca, com ajuda de cenários e métodos de prospecção, identificar possíveis contextos futuros. A finalidade é agregar e melhorar as informações, compreendendo decisões anteriormente tomadas, a fim de contribuir para as próximas (YOSHIDA, 2010).

No Brasil, iniciou-se a aplicação deste método por volta dos anos 70, principalmente com os estudos realizados no Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação – IBBD, hoje Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica – IBICT, na qual todas as análises quantitativas que, aplicando modelos e métodos matemáticos e estatísticos, se propõem a estudar o comportamento e os efeitos da informação registrada (LIMA, 1986).

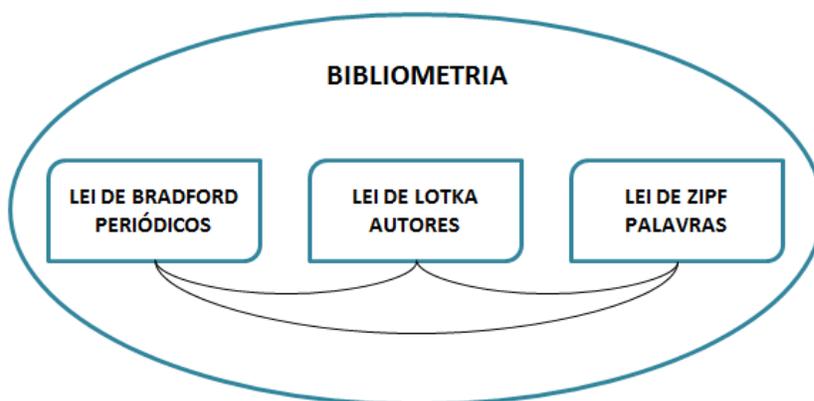
Na década seguinte houve um decréscimo quanto ao interesse sobre este tipo de pesquisa, tanto no Brasil quanto no exterior, porém na década de 90 constatou-se a retomada destes estudos influenciados pelo uso do computador e suas inovações tecnológicas (ARAÚJO, 2006).

Atualmente cada vez mais essa pesquisa vem crescendo e auxiliando no mundo acadêmico, possuindo formatos como artigos de periódicos e outros tipos de documentos, mas quando surgida, a pesquisa bibliométrica era realizada utilizando de características voltadas a indústria do livro. O que ambas as situações se assemelham é no quesito de análise dos autores e do tipo de estudo realizado. Porém, as preocupações atuais dos pesquisadores caminham para direções distintas, havendo um

grupo particularmente preocupado com o aperfeiçoamento das fórmulas que expressam as três leis fundamentais da bibliometria (ARAÚJO, 2006).

As três leis que fundamentam a bibliometria, apresentada na figura 1 e segundo Guedes e Borschiver (2005), compõem os pilares da sua estrutura: Lei de Bradford, que trata da quantidade de documentos escritos; Lei de Lotka, que aborda documentos científicos por autores; e a Lei de Zipf, que analisa a frequência com que as palavras são citadas nos documentos.

Figura 1 – Três leis da Bibliometria.



Fonte: Autoria própria segundo ARAÚJO (2006).

Existem três componentes da Bibliometria moderna, que são: o domínio da pesquisa básica, quando se trata de praticantes que utilizam a técnica de contagem de referências; determinados grupos especializados, para disciplinas científicas que utilizam computadores para auxiliar na pesquisa; e avaliação de pesquisas, para a gestão em ciência e tecnologia, considerando um grande marco com o surgimento do primeiro índice de citações, que buscam fundamentações nos trabalhos e conceitos relevantes nas análises destas citações (GUEDES e BORSCHIVER, 2005. ARAÚJO, 2006).

Após uma análise bibliométrica, os resultados esperados podem nos esclarecer informações como identificação de tendências e o crescimento do conhecimento em uma área; previsão da produtividade e identificação da influência de autores individuais,

organizações ou países; medição do surgimento de novos temas; análise dos processos de citação e co-citação, além de outros temas (GIUSTI et al., 2011).

Para a pesquisa em questão, foram utilizadas as três leis da bibliometria (ARAUJO, 2006) juntamente com o domínio da pesquisa básica, que auxiliaram nos processos de coleta e análise dos dados.

2.2 Coleta de Dados

Esta pesquisa tem por objetivo analisar e identificar a partir de artigos publicados nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP nos últimos 8 anos, detalhando quão importante o tema tem se tornado e quanto isso influencia na vida acadêmica da Engenharia de Produção. Considerando que este encontro é o maior evento de Engenharia de Produção no país, organizado pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, pode-se abordar temas abrangendo diversas áreas juntamente com a integração do conhecimento acadêmico ao setor produtivo, que nos traz discussões pertinentes à Engenharia de Produção no âmbito nacional, justificando assim o presente trabalho.

Além de um evento conceituado e confiável, a escolha do ENEGEP justifica-se pelo fato da pesquisa poder representar a real situação do avanço tecnológico ligado a Indústria 4.0 no Brasil no campo da engenharia de produção. Ademais, o ENEGEP possui um sistema de busca de artigos que favorecem a realização desse procedimento.

A coleta de informações foi obtida por intermédio do site da Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, conforme mostra a figura 2, no campo de publicações realizadas no ENEGEP, ao longo dos últimos anos, entre 2011 a 2018. Nos campos de filtro, foram selecionados os anos específicos e a pesquisa “indústria 4.0”, “4ª revolução industrial”, “industry 4.0” e “4th industrial revolution”. Não foram filtradas as áreas ou autores das publicações.

Apesar de existir outro trabalho, acerca do tema abordado, a Indústria 4.0 é um assunto bem atual que carece de diversas conceituações. Ao contrário deste, que realizaram sua pesquisa em campo nacional, abrangendo as tecnologias citadas nos

campos das palavras-chave dos artigos, o foco esteve presente somente em artigos publicados no ENEGEP com o termo “Indústria 4.0” presente em suas palavras-chave, com o objetivo de restringir a pesquisa ao maior evento de Engenharia de Produção no Brasil, buscando um melhor entendimento sobre como o assunto tem sido abordado neste âmbito nos últimos anos.

Figura 2 – Pesquisa de Trabalhos no site ABEPRO



Evento **Pesquisa de Trabalhos** Áreas Sub-áreas Autores

Evento: (Event)
2018 - ENEGEP

Área: (Area)
Selecione a área (Select the area)

Pesquisa: (Search)

Autor: (Author)

Pesquisar

Fonte: ABEPRO (2019)

2.3 Análise de Dados

Os artigos analisados nesta pesquisa bibliométrica foram organizados, com o uso de uma planilha, de forma a responder algumas questões em relação ao seu conteúdo, como: número de publicações por ano; autores mais referenciados; metodologias utilizadas; frequência de artigo por área da engenharia de produção; frequência de tecnologias utilizadas como base dos artigos; e frequência de palavras na seção palavras chave dos artigos.

Estas perguntas foram respondidas coletando-se informações dos artigos retornados na pesquisa, após leitura e interpretação individual de ambos.

Inicialmente, todos os artigos retornados na base da pesquisa foram utilizados para análise dos dados, porém alguns precisaram ser descartados ao longo da pesquisa devido discrepância em relação ao seu conteúdo. Não continham o termo

“Indústria 4.0” em suas palavras-chave, ou não possuíam nenhuma relação/contextualização no corpo do trabalho.

Vale ressaltar que todos os artigos encontrados foram analisados individualmente e as informações coletadas descritas em tabelas para facilitar as possíveis análises que seriam realizadas. No quadro 1, estão representadas as formas com que os dados foram coletados e posteriormente padronizados.

Quadro 1 – Como foram selecionados os dados dos artigos

VARIÁVEL ANALISADA	SELEÇÃO DOS DADOS
Número de publicações por ano	Qual foi o ano de publicação do artigo
Autores mais referenciados	Coletado informações através das referências e posteriormente padronização
Metodologias utilizadas	Qual metodologia utilizada para realização da pesquisa
Frequência de artigo por área da engenharia de produção	Qual área da engenharia de produção foi desenvolvido a pesquisa
Frequência de tecnologias utilizadas como base dos artigos	Qual tecnologia voltada a indústria 4.0 citada como base da pesquisa
Frequência de palavras na seção palavras chave dos artigos.	Quais palavras-chave nas pesquisas

Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

3 Revoluções Industriais

Destacando a transição ocorrida entre as revoluções industriais, é importante entender como cada uma aconteceu e quais foram os motivos que levaram a estas mudanças.

No decorrer dos anos, as tecnologias de cada época puderam auxiliar no desenvolvimento da produção que passou de artesanal para a utilização de máquinas, evoluindo e atingindo grandes escalas na automação industrial.

Para entender a atual situação acerca da produção na indústria 4.0, precisa-se passar pela evolução de cada uma das outras, deixando claro quais mudanças foram realizadas e quais benefícios trouxeram ao longo de décadas. O quadro 2 mostra uma síntese da evolução ao longo do tempo, destacando as características tecnológicas em cada período industrial.

Quadro 2 – Comparativo entre as revoluções industriais.

REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS	PRIMEIRA	SEGUNDA	TERCEIRA	QUARTA
PERÍODO	Entre as décadas de 1760 a 1840	Entre as décadas de 1860 a 1900	Entre as décadas de 1960 a 1990	Iniciou-se na década de 2000
CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> → Substituição da produção artesanal pela produção fabril; → Máquina a vapor; → Tear Mecânico. 	<ul style="list-style-type: none"> → Energia elétrica; → Petróleo; → Automação; → Produção em massa; → Linha de montagem. 	<ul style="list-style-type: none"> → Surgimento da internet; → Avanço na comunicação; → Sistema de produção flexível; → Tecnologia da informação; → Computação. 	<ul style="list-style-type: none"> → Internet mais avançada e móvel; → Sistemas e máquinas inteligentes; → Produção e personalização em massa; → Robótica avançada; → Fusão de tecnologias e interação digital.

Fonte: OLIVEIRA, 2004; DATHEIN, 2003; COGGIOLA, 2010; MOREIRA et al, 2017; CHUNG & KIM, 2016 (Adaptada).

3.1 Primeira Revolução Industrial

Na segunda metade do século XVIII a Europa foi marcada por profundas mudanças econômicas e sociais, na qual a ideia de progresso disseminava e buscava por em prática novas invenções que pudessem se adequar ao ritmo de trabalho imposto na época. O tempo passou a ser valorizado e aproveitado cada vez mais pelos que buscavam ganhar dinheiro (OLIVEIRA, 2004).

Com a inclusão de maquinário movido a vapor, os trabalhadores nas fábricas foram obrigados a seguir o ritmo destas, o que gerou um grande impulso ao setor têxtil, além de utilizados também para o desenvolvimento dos transportes (OLIVEIRA, 2004; MIRANDA, 2012).

O advento da iluminação a gás fez com que a luz do dia já não marcasse os limites da jornada de trabalho, o que ocasionou em progressos das produções de carvão, ferro e aço. Tais características juntamente com a revolução da agricultura e a formação da força de trabalho, deram nome à Revolução Industrial, que não se desenvolveu da mesma forma em toda a Europa. Cada país e cada estado tiveram experiências e características específicas (OLIVEIRA, 2004).

Contudo, essa revolução juntamente com a automação do trabalho diminuiu o emprego de mão-de-obra, porém não significou que o processo de mecanização da indústria se dava sem a presença da força humana (OLIVEIRA, 2004).

3.2 Segunda Revolução Industrial

Por volta de 1913, surgiu a definição de linhas de produção com metodologias científicas de validação, assumindo novas características e impulsionando-se por meio de novas técnicas após a descoberta da eletricidade. A transformação de ferro em aço, desenvolvimento dos meios de transporte a partir do petróleo, meios de comunicação e indústria química foram as principais diferenças em relação à primeira, que baseava-se em energia a vapor do carvão e em ferro (DATHEIN, 2003).

Segunda Revolução, a partir da última metade do século XIX, baseou-se na eletricidade e no aço. Inicialmente estas inovações não substituíram totalmente as antigas, começaram a se destacar e somente no século XX possuíram plena realização (DATHEIN, 2003; BATISTA, 2008).

O principal marco desta revolução está associado a Henry Ford, responsável pela produção em massa de bens padronizados e a organização ou administração científica do trabalho, além de processos automatizados e a correia transportadora. (DATHEIN, 2003)

O modelo de organização do trabalho de Henry Ford caracterizou a partir da indústria automobilística, sistematizando o trabalho mecanizado através de uma esteira de montagem, padronizando o seu principal produto “modelo T” e customizando a produção de carros em série (BATISTA, 2008).

3.3 Terceira Revolução Industrial

Surgindo logo após a 2ª Guerra Mundial, por volta de 1940, sendo definida com a chegada do computador ao chão de fábrica por meio dos Controladores Lógicos Programáveis (CLP's). Proporcionando assim, rápidas trocas de componentes envolvidos na automação industrial (COGGIOLA, 2010; MOREIRA et al, 2017).

De acordo com o autor Jeremy Rifkin (2014), os cinco pilares da Terceira Revolução Industrial são:

- mudança para as energias renováveis;
- transformação de patrimônio imobiliário em pequenas fábricas para coleta de energias renováveis;

- utilização do hidrogênio e outras tecnologias para armazenamento destas energias intermitentes;
- uso da tecnologia da internet para compartilhar energia, podendo gerar e transferir energia excedente, compartilhando eletricidade com outros continentes por exemplo;
- transição da frota de transporte para veículos elétricos ou células de combustíveis que podem comprar e vender eletricidade em uma rede de energia inteligente, interativa e continental.

Apesar de haver pesquisas em várias partes do mundo contribuindo para os avanços tecnológicos, os países que comandaram as transformações da Terceira Revolução Industrial foram: os Estados Unidos, com pesquisas na área da informática e telecomunicações; o Japão com pesquisas na área de robótica e microeletrônica e; a Alemanha, com pesquisas na área da biotecnologia (RIFKIN, 2014).

3.4 Quarta Revolução Industrial

Início por volta de 2010 com o surgimento da automação da informação em conjunto com a automação e reunindo tecnologias baseada nos conceitos e interações entre os sistemas ciber-físicos, a Internet das Coisas e o *Big Data*, possuindo maiores informações e facilitando a visão e a tomada de decisões em uma fábrica inteligente, em tempo real, utilizando cada vez menos recursos palpáveis, como papéis e outros (COGGIOLA, 2010; MOREIRA et al, 2017).

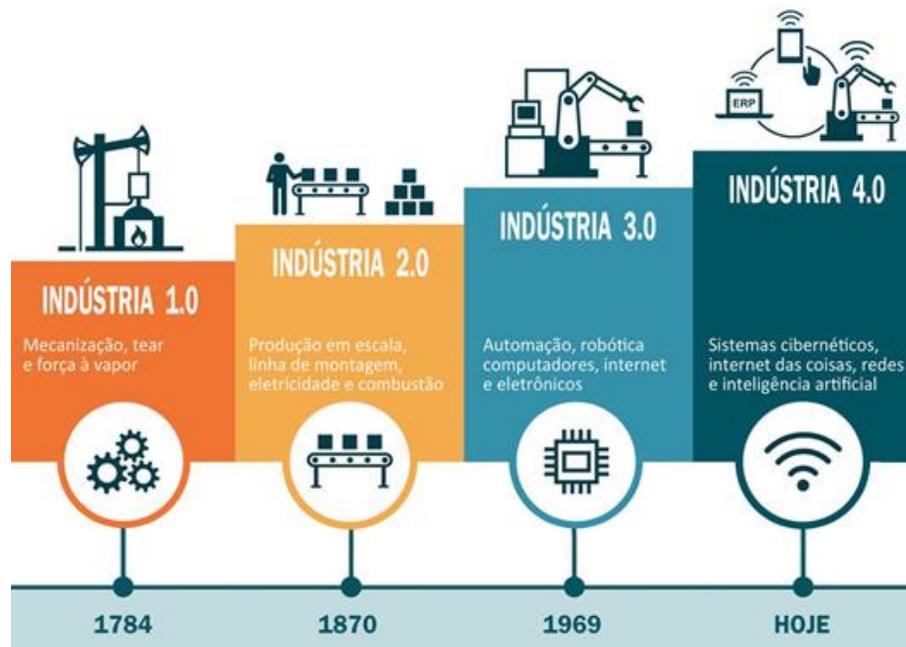
O termo Indústria 4.0 surge em 2011 em uma feira de Hanover como projeto estratégico de alta tecnologia do governo alemão. Ele refere-se à quarta revolução industrial e objetiva-se a promoção da informatização em fábricas e linhas de produção (CHUNG & KIM, 2016).

A interligação de diversos dispositivos avançará para diversas áreas e permitirá que dados sejam coletados de diversas fontes que, associadas a tecnologias *de big data*, computação em nuvem e novas tecnologias de tratamento de dados, disponibilizando novos modelos de negócios e alterando a forma como as empresas se

relacionam com seus clientes e fornecedores (SCHWAB, 2017; KAGERMANN et al, 2016).

A figura 3 mostra, resumidamente, as características do avanço tecnológico ao longo dos anos.

Figura 3 – Indústria 4.0: Qual o grau de maturidade digital da sua empresa?



Fonte: Página Cláudio Perim¹ (S/D)

Cabe ressaltar que dentre os principais motivos para o surgimento desta nova técnica, tem-se o Avanço exponencial da capacidade dos computadores; a Imensa quantidade de informação digitalizada e Novas estratégias de informação, se destacando entre as demais. Possuindo como benefícios a redução de custos; economia de energia; aumento da segurança; conservação ambiental; redução de erros; fim do desperdício; transparência nos negócios; aumento da qualidade de vida, personalização e escala sem precedentes (AZEVEDO, 2017).

3.4.1 Características da Indústria 4.0

Dentre os fatores que definem a indústria 4.0 tem-se a descentralização, virtualização e tempo real, que permitem a troca de informações de forma direta e transmitem informações de sistemas e sensores inteligentes para as máquinas, tornando o controle dos sistemas mais complexos e bem distribuídos, com processos mais flexíveis e comunicação máquina com máquina no chão de fábrica (PRODWIN, 2018; KAGERMANN et al, 2016).

Descritos na figura 4 estão os pilares utilizados para implantação da indústria 4.0, na qual equipamentos automatizados conversam entre si, modernizando o processo produtivo por intermédio de recursos eficientes, economia nos custos e capacidade de criação de produtos customizáveis.

Estas ferramentas garantem a funcionalidade no setor industrial, otimizando processos, agregando dados às redes de informação e, conseqüentemente, gerando um novo modelo de produção.

Figura 4 - Indústria 4.0: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso



Fonte: Roboterin (2017)

Porém, a indústria 4.0 ainda não é uma grande realidade, principalmente no Brasil, que possui cerca de 2% de empresas abrangendo esta nova tecnologia, que conta com a motivação de três grandes mudanças no mundo industrial produtivo. Sendo elas, o avanço exponencial da capacidade dos computadores; imensa quantidade de informação digitalizada – *Big Data*; e novas estratégias de inovação (pessoas, pesquisa e tecnologia) (VAL, 2018).

A Indústria 4.0 desponta como caminho natural para aumentar a competitividade do setor por meio das tecnologias digitais, que no Brasil ainda é pouco utilizada pelas empresas nacionais (MOREIRA et al, 2017).

Diante da integração das tecnologias físicas e digitais em todas as etapas de desenvolvimento de um produto, observa-se que no Brasil há um atraso evidente, devido a 43% das empresas não identificarem quais tecnologias têm potencial para alavancar a competitividade do setor industrial. Já nas pequenas empresas, esse percentual aumenta para 57% e entre as grandes empresas, há um declínio para 32%. A indústria brasileira ainda está se familiarizando com a digitalização e com os impactos que pode sofrer com a competitividade, mostrando que em empresas menores, o desconhecimento sobre tecnologias é significativamente maior (MOREIRA et al, 2017).

Além disso, entende-se que no Brasil haja pouca preparação para a adoção em larga escala da Indústria 4.0 tendo em vista aspectos estruturais, educacionais e culturais (MOREIRA et al, 2017).

Ainda se tratando da indústria 4.0 de modo geral, pode-se dizer que esta possui nove pilares para sua melhor sustentação. Sendo eles: *Big Data*, Robôs Autônomos, Simulação, Integração de Sistemas, Internet das coisas, Segurança Cibernética, Computação em nuvem, Fabricação customizada e Realidade aumentada, conforme quadro 3 contendo suas principais características.

Quadro 3 – Pilares da Indústria 4.0

INDÚSTRIA 4.0	CARACTERÍSTICAS
BIG DATA	Grandes quantidades de dados disponíveis em tempo real, utilizados para melhorar a tomada de decisão.
ROBÔS AUTÔNOMOS	Além dos já utilizados na indústria, estes tendem a ser mais autônomos, possuindo maior capacidade e com menor custo.
SIMULAÇÕES	Para auxiliar na tomada de decisão, as simulações podem utilizar informações em tempo real, gerando um melhor resultado através de modelos virtuais.
INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS	Os sistemas estarão mais integrados, até mesmo em redes intercompanhias, o que possibilitará menor duplicidade de dados e maior automação.
INTERNET DAS COISAS	Conexão de equipamentos com processamento embarcado, auxiliando a obtenção de respostas em tempo real.
CIBERSEGURANÇA	Ou segurança cibernética, conta com a construção de novas tecnologias para maior proteção nas conectividades, impulsionando o mercado contra ataques cibernéticos.
COMPUTAÇÃO EM NUVEM	Apesar de já serem utilizadas em análise de dados, a computação em nuvem aumentará, contribuindo para melhor performance das tecnologias envolvidas.
IMPRESSÃO 3D	Construção de produtos customizados, de forma descentralizada, reduzindo despesas com estoque.
REALIDADE AUMENTADA	Suporta uma grande variedade de sistemas, auxiliando a tomada de decisão e desenvolvimento de procedimentos.

Fonte: Autoria Própria a partir de Pereira e Oliveira (2018)

4 Resultados

Iniciou-se a busca dos artigos no de 2011, na qual não se obteve nenhum resultado acerca do tema abordado. A busca para os anos seguintes, até 2015, também não nos trouxe arquivos como resultado da busca da pesquisa.

A partir do ano de 2016 começaram a surgir artigos publicados sobre a indústria 4.0 e 4ª revolução industrial, porém pôde-se observar que os artigos retornados em ambas as pesquisas eram os mesmos.

Obeve-se como resposta da pesquisa, 1 artigo publicado em 2016, e nos anos seguintes, 39 e 35 artigos respectivamente.

Pôde-se perceber o aumento da quantidade de periódicos e o interesse acerca desta nova revolução industrial. Principalmente no Brasil, onde ainda não possuem muitas organizações utilizando esta nova tecnologia disponível.

Vale ressaltar que toda a análise deste trabalho foi baseada nos artigos que retornaram quando inserida a expressão chave no filtro da pesquisa. As informações sobre a quantidade de artigos publicados no ENEGEP por ano também são disponibilizadas pela ABEPRO, o que auxilia no comparativo dos trabalhos realizados.

Não se pode afirmar como os artigos são procurados na busca, pois foram constatados trabalhos que não possuíam a expressão “Indústria 4.0” em seus títulos ou palavras chave.

A partir da tabela 1, pode-se observar o início de pesquisas voltadas a indústria 4.0 no Brasil atingido maior percentual ao longo dos últimos anos no ENEGEP, que é o maior evento nacional da área de Engenharia de Produção organizado pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) e objetiva-se reunir a comunidade acadêmica, pesquisadores, professores e estudantes, empresários, consultores, engenheiros, administradores e demais profissionais atuantes na Engenharia de Produção. Constitui-se em um dos principais divulgadores da produção técnica e científica da área e se consolidou como fórum de discussão de questões pertinentes à Engenharia de Produção no âmbito nacional, além de promover a integração/intercâmbio do conhecimento acadêmico com o setor produtivo.

Tabela 1 – Quantidade de artigos publicados nos últimos 8 anos

QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS NO ENEGEP								
ARTIGOS/ANO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
INDÚSTRIA 4.0	0	0	0	0	0	1	39	35
DEMAIS TEMAS	1072	1035	832	1009	1062	1117	1262	1402
TOTAL	1072	1035	832	1009	1062	1118	1301	1437
% INDÚSTRIA 4.0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	3,00%	2,44%

Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

4.1 Percentual de artigos publicados

Conforme mostra a figura 5, pode-se observar quando os artigos sobre a Indústria 4.0 voltados a Engenharia de Produção começaram a ser publicados nos encontros nacionais da Engenharia de Produção.

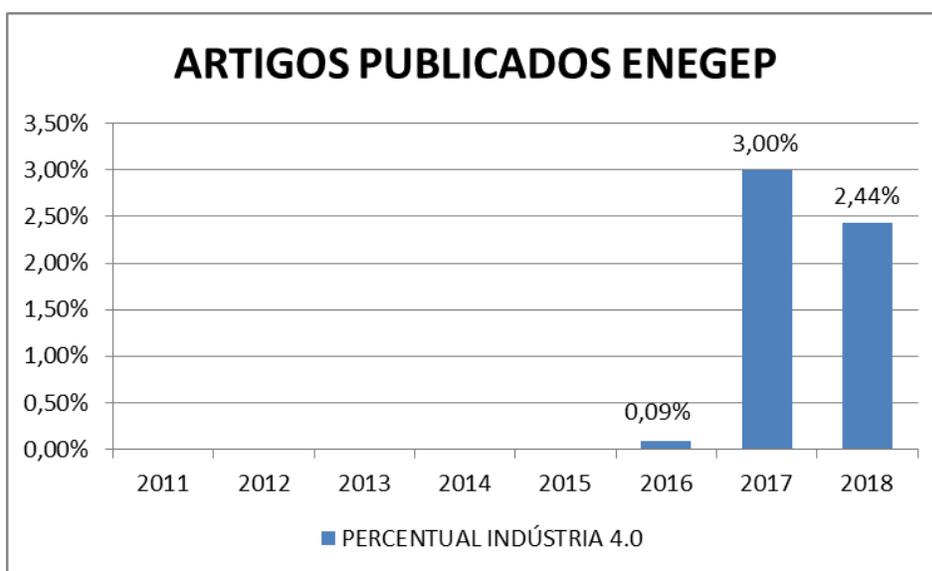
Dados coletados no site da ABEPRO,

Instituição representativa de docentes, discentes e profissionais de Engenharia de Produção brasileira, que assume funções de esclarecer o papel do Engenheiro de Produção na sociedade e em seu mercado de atuação, ser interlocutor junto às instituições governamentais relacionadas à organização e avaliação de cursos (MEC - Ministério da Educação e INEP - Instituto Nacional

de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) e de fomento (CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos e órgãos de apoio às pesquisas estaduais), assim como em organizações privadas, junto ao CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia e outras organizações não governamentais que tratam a pesquisa, o ensino e a extensão da engenharia (ABEPRO, 2019).

mostram que, embora o tema dessa pesquisa tenha suas primeiras discussões no Brasil em 2011, no ENEGEP as pesquisas somente se iniciaram após o ano de 2015.

Figura 5 – Percentual de artigos publicados nos últimos 8 anos

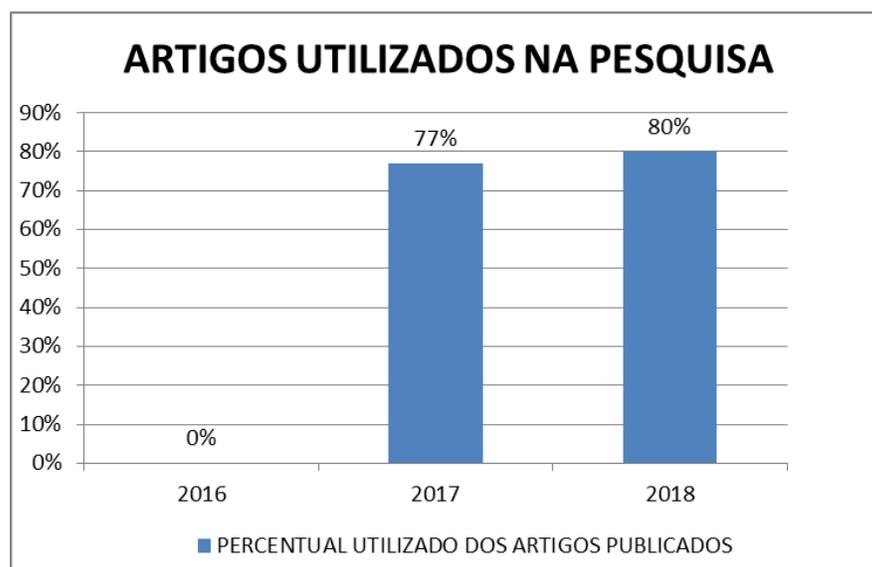


Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

4.2 Percentual de artigos utilizados

Após uma análise ao conteúdo dos artigos retornados na busca, a figura 6 nos traz o percentual daqueles realmente utilizados nesta pesquisa bibliométrica, quando descartados alguns trabalhos que não continham o termo “Indústria 4.0” em suas palavras chave, ou não possuíam nenhuma relação/ contextualização no corpo do trabalho.

Figura 6 – Percentual de artigos utilizados na pesquisa



Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

Dos 39 artigos encontrados na busca de 2017, somente 30 continham relação direta com o tema abordado, enquanto em 2018 foram utilizados 28 dos 35 encontrados. Os demais artigos descartados citavam em algum momento o termo “Indústria 4.0”, porém não mostraram um conteúdo relacionado às novas tecnologias e a Engenharia de Produção.

Mesmo se tratando de um início tardio nas pesquisas voltadas a indústria 4.0 no Brasil, o tema ainda não se encontra muito bem estruturado em relação às tecnologias utilizadas ou não se tornou foco de pesquisadores, pois pode-se perceber que não são todos os trabalhos realizados que contêm informações ou que estão realmente ligados a indústria 4.0 ou suas tecnologias ligadas a engenharia de produção.

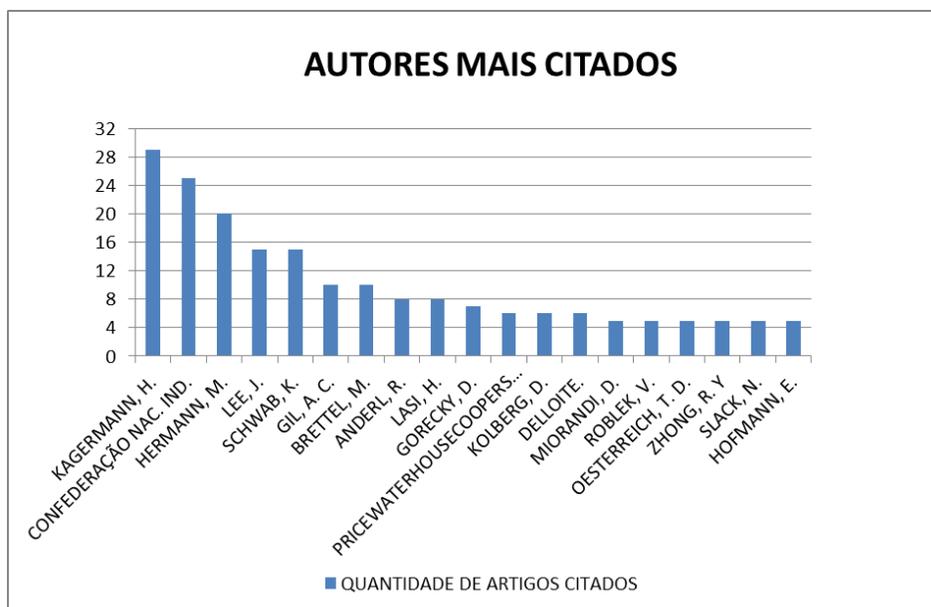
Contudo, com o percentual de artigos acerca do tema menor em 2018, comparando-se a 2017, este mostra um crescimento quando reanalisados e subdivididos em áreas que são ou não relevantes para a pesquisa.

4.3 Quantidade de autores referenciados

Com base nos artigos analisados, a figura 7 apresenta quais autores possuem maior relevância acerca da indústria 4.0 nos trabalhos atuais, retornando a quantidade de vezes em que cada autor é citado, destacando aqueles que são referenciados em mais de 4 artigos.

Estes dados ajudam a perceber quais autores possuem maior domínio do conteúdo abordado e quais podem nos retornar buscas mais detalhadas com grande influência e maior compreensão sobre esta nova revolução industrial, juntamente com tecnologias utilizadas e voltadas para a engenharia de produção.

Figura 7 – Autores mais referenciados



Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

Kagermann, um físico e empresário alemão que foi o ex-presidente do Conselho Executivo e Diretor Executivo da SAP AG (*Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*), que é um *software* de Gestão Empresarial possuindo como maior objetivo integrar todos os departamentos de uma empresa, ingressou nesta em 1982 e foi inicialmente responsável pelo desenvolvimento de produtos nas áreas de

contabilidade e controle de custos. Após a eleição de Hasso Plattner, como presidente do Conselho de Supervisão da SAP em maio de 2003, Kagermann tornou-se o único presidente do SAP Executive. Diretoria e CEO até se aposentar em maio de 2009. Desde maio de 2010, preside a Plataforma Nacional Alemã de Mobilidade Elétrica e também é conhecido como um dos principais proponentes do conceito de Indústria 4.0, que aplica a crescente digitalização e a Internet das Coisas e Serviços à produção industrial. Em 2016, foi nomeado pelo Ministro Federal de Transportes e Infraestrutura Digital Alexander Dobrindt para atuar na Comissão de Ética em Condução Autônoma do governo alemão (Kuka Ag, 2019).

4.4 Percentual de metodologias utilizadas

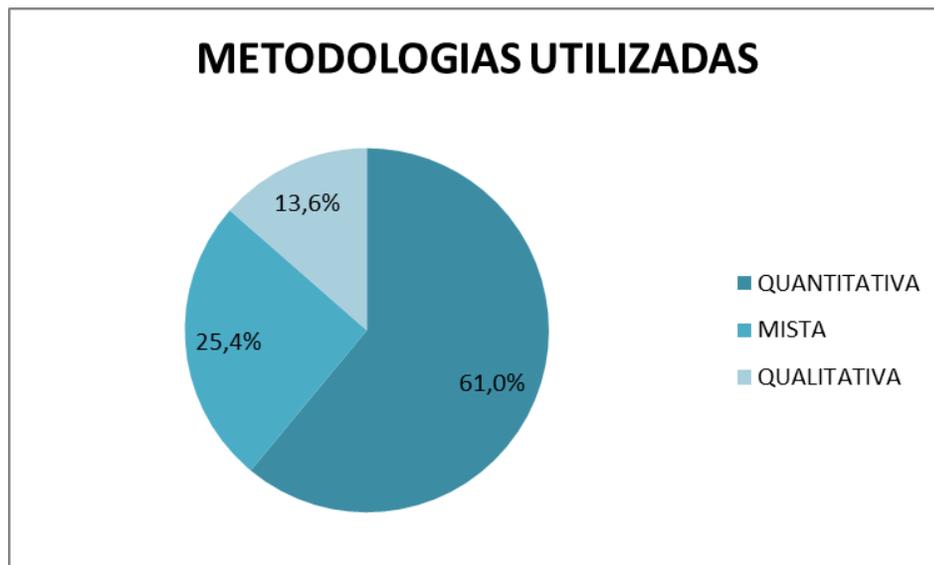
Após análise individual e coleta das informações, as metodologias foram reorganizadas quanto ao tipo de estudo em que cada artigo se enquadrava, Pesquisa Qualitativa, Quantitativa ou Mista. E por meio da figura 8, pode-se observar o quão predominante é a metodologia quantitativa nas pesquisas voltadas a indústria 4.0 e tecnologias interligadas à engenharia de produção no Brasil.

Seguida pela metodologia mista e, posteriormente, as qualitativas, menos utilizadas nos artigos publicados no ENEGEP, a metodologia quantitativa tem por finalidade retornar análises estatísticas acerca dos dados coletados.

Esta metodologia mais utilizada nos dá um parecer sobre quais trabalhos estão sendo realizados no Brasil sobre o tema indústria 4.0, que claramente não são focadas em descrever essa nova revolução industrial, mas sim em mostrar o quão cada tecnologia abrange o interesse dos pesquisadores brasileiros.

O Apêndice 1 apresenta os artigos utilizados na pesquisa juntamente com o seu ano de publicação.

Figura 8 – Metodologias mais utilizadas



Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

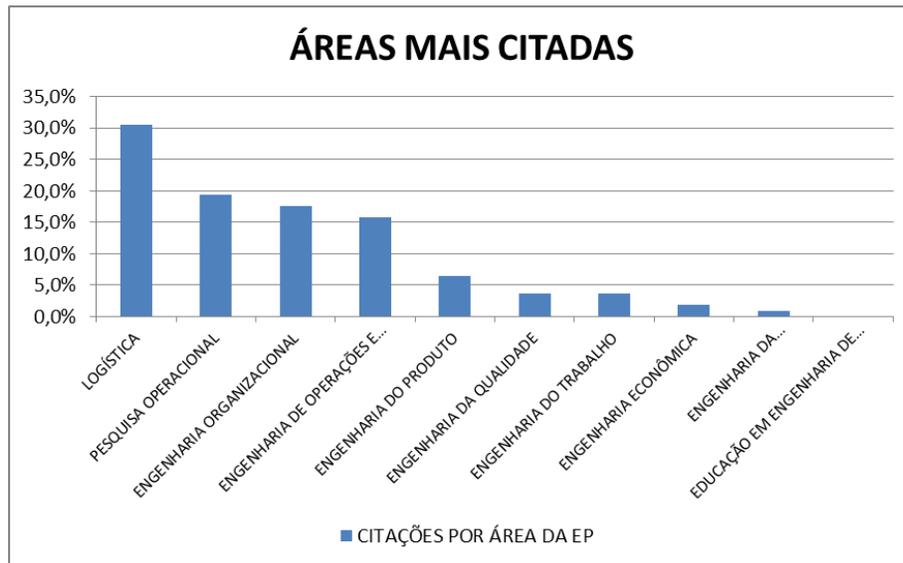
4.5 Percentual das Áreas da Engenharia de Produção

Segundo ABEPRO (2019) a Engenharia de Produção conta com 10 subáreas de conhecimento, sendo elas: Engenharia de operações e processos da produção, Logística, Pesquisa operacional, Engenharia da qualidade, Engenharia do produto, Engenharia organizacional, Engenharia econômica, Engenharia do trabalho, Engenharia da sustentabilidade e Educação em engenharia de produção.

A figura 9 mostra a frequência com que os artigos abrangem cada subárea da Engenharia de Produção, onde se pôde perceber que os estudos no Brasil têm focado mais na Logística, Pesquisa operacional e Engenharia organizacional, quando se tratado das tecnologias trazidas pela nova revolução industrial.

O que torna-se uma análise coerente com as demais realizadas, pois essa nova era industrial está realmente voltada para automatização autônoma, juntamente com diversas informações em tempo real e interação homem-máquina, que busca por produtos customizados e produção rápida.

Figura 9 – Áreas mais citadas da Engenharia de Produção



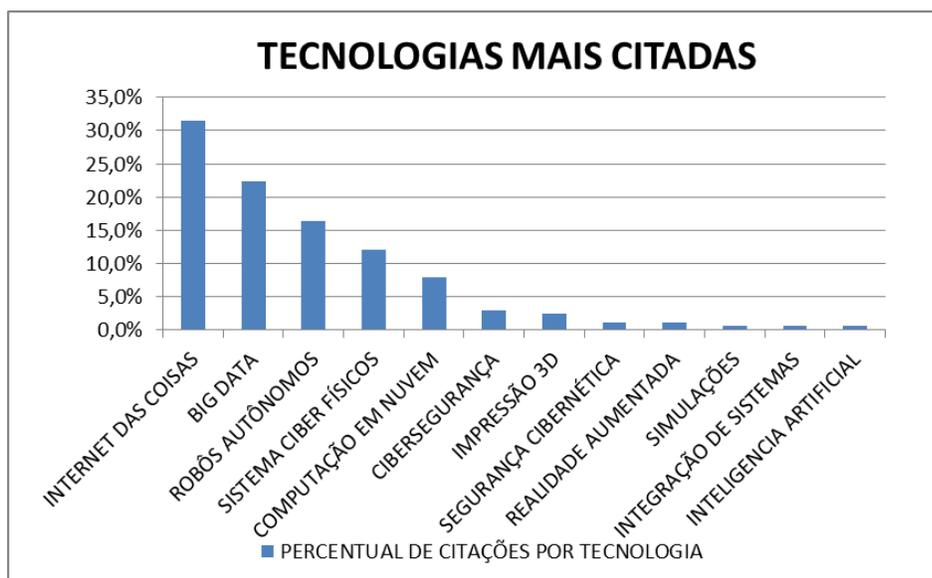
Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

4.6 Percentual de Tecnologias mais citadas

Quanto às novas tecnologias, Pereira e Oliveira (2018) afirmam que existem 9 pilares para a sua sustentação, que estão apresentados na figura 10, contendo a porcentagem de tecnologias citadas e expressas nos artigos analisados.

A internet das coisas, juntamente com big data e robôs autônomos, permite considerar a ideia de quais são os maiores focos desta nova revolução industrial perante a engenharia de produção, pois justamente essa automação ligada a grandes informações em tempo real que tende a possuir mais autonomia em processos produtivos.

Figura 10 – Tecnologias mais citadas da Indústria 4.0



Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

4.7 Palavras-Chave mais utilizadas

No último item analisado, as frequências com que as palavras eram utilizadas nas palavras-chave dos artigos, auxiliou no desenvolvimento de uma nuvem de palavras voltada às novas tecnologias associadas à Engenharia de Produção, como mostra a figura 11.

As palavras em maior destaque além da Indústria 4.0, coletadas a partir das palavras-chave dos artigos analisados, foram internet das coisas, big data, revolução industrial e tecnologia da informação.

Para realização da nuvem de palavras foi utilizado o site WordColds que possibilita a criação de uma imagem escolhida com diversas palavras específicas de acordo com as categorias de relevância classificadas pelo usuário.

A terceira revolução industrial é mais recente e se deu por meio do desenvolvimento da robótica, empregada na linha de montagem industrial e marcada por avanços tecnológicos com a utilização da internet. As revoluções industriais sempre tornaram mais fácil o trabalho do homem, produzindo e ampliando lucros, com menos trabalho, mas provocando intensas mudanças sociais e econômicas no mundo e no Brasil.

Os impactos sociais em debate ao longo das revoluções industriais trouxeram o expressivo crescimento dos centros urbanos, devido à população rural, condições de trabalho desfavoráveis e altos índices de desemprego (COGGIOLA, 2010).

O presente artigo teve como objetivo analisar artigos dos anais no ENEGEP e apresentar uma visão geral dos anais deste evento e das publicações relacionadas à Indústria 4.0 por meio de uma análise bibliométrica e quantitativa. Para a elaboração dos resultados, foram extraídos dados dos artigos coletados, sendo considerado os seguintes aspectos: número de publicações por ano; autores mais referenciados; metodologias utilizadas; frequência de artigo por área da engenharia de produção; frequência de tecnologias utilizadas como base dos artigos; e frequência de palavras na seção palavras chave dos artigos.

Inicialmente foram coletados 75 artigos sobre a indústria 4.0, mas somente 58 destes foram realmente utilizados durante toda a pesquisa. Os demais artigos foram descartados devido a inexistência do termo “Indústria 4.0” em suas palavras-chave ou não citar nenhuma tecnologia voltada à indústria 4.0 em seu conteúdo.

Como as referências dos artigos utilizados não possuem uma padronização, os dados coletados precisaram passar por uma análise mais detalhada com o intuito de organizar os autores mais citados nos trabalhos, com isso percebe-se a importância de uma padronização em informações passadas, que diminuem bastante o retrabalho durante análise e obtenção de dados.

Como resultados, obteve-se o autor KAGERMANN, H., um físico e empresário alemão que foi o ex-presidente do Conselho Executivo e Diretor Executivo da SAP AG, como principal referência dos artigos.

A metodologia quantitativa foi a mais utilizada nos artigos analisados. A Engenharia do Produto foi a principal área da Engenharia de Produção dos artigos estudados e a Internet das Coisas, o modo como os objetos físicos estão conectados e se comunicando, por intermédio de sensores inteligentes e *softwares* que transmitem dados para uma rede, como tecnologia mais citada durante a elaboração dos trabalhos.

Tendo em vista que este é um assunto recente e as pesquisas acadêmicas estão em estágios iniciais, mesmo com o crescente interesse no tema abordado, o presente estudo vem contribuir no sentido de destacar as principais pesquisas sobre a Indústria 4.0 dentro da Engenharia de Produção no Brasil, facilitando e disseminando um entendimento amplo sobre o que está sendo estudado e publicado acerca do tema.

Como limitantes da pesquisa, não se pôde confirmar como o algoritmo de pesquisa da ABEPRO funciona, gerando inconformidades com demais pesquisas realizadas.

Considerando-se que a maioria das organizações não está preparada para as mudanças decorrentes da Quarta Revolução Industrial, sugere para trabalhos futuros, estudos mais detalhados e em outros meios de comunicação a respeito da indústria 4.0, pois o ENEGEP pode não representar toda a comunidade da Engenharia de Produção no âmbito nacional. Preparando-se para mudanças e desafios que a Indústria 4.0 pode nos trazer, pode-se prosseguir esta mesma análise ao longo dos próximos anos, confirmando os dados apresentados com maior precisão, demonstrando se há realmente um crescimento sobre o assunto abordado perante a Engenharia de Produção no Brasil.

Referências

ABEPRO. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. *Áreas da Engenharia de Produção*. Disponível em < <http://portal.abepro.org.br/a-profissao/#1521896886728-954b63bc-a756>>. Acesso em 11 mai. 2019.

ABEPRO. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. *Sobre a ABEPR*. Disponível em <<http://portal.abepro.org.br/>>. Acesso em 10 jun. 2019.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

AZEVEDO, M. T. *Transformação digital na indústria: indústria 4.0 e a rede de água inteligente no Brasil*. São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2017.

BATISTA, E. Fordismo, taylorismo e toyotismo: apontamentos sobre suas rupturas e continuidades. *III Simpósio Lutas Sociais na América Latina*, v. 2, 2008.

BRUYNE, P., HERMAN, J., SCHOUTH, M. *Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais*. Rio de Janeiro. Francisco Alves. 1991.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Desafios para Indústria 4.0 no Brasil*. Brasília. CNI, 2016.

CHUNG, M., KIM, J. The Internet Information and Technology Research Directions based on the Fourth Industrial Revolution. *KSII Transactions on Internet & Information Systems*, v. 10, n. 3, 2016.

COGGIOLA, O. Da revolução industrial ao movimento operário. As origens do mundo contemporâneo. 11ª edição. Porto Alegre. *Pradense*. 2010.

DAIM, T.U., RUEDA, G.R., MARTIN, H.T. Technology forecasting using bibliometric analysis and system dynamics. *Technology Management: A Unifying Discipline for Melting the Boundaries*, 112-122. Jul./Aug. 2005.

DALFOVO, M. S., LANA, R. A., SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, Sem II. 2008.

DATHEIN, R. *Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX*. Publicações DECON Textos Didáticos 02/2003. Porto Alegre, DECON/UFRGS. 2003.

GIUSTI, L. _J. M., CAMPOS, L. M. S, PEIXE, B. C. S., TRIERWEILLER, A. C. Sustentabilidade na Engenharia de Produção: Um estudo bibliométrico de 2001 a 2011. In: *Anais XVIII Simpósio de Engenharia de Produção*, Bauru. 2011.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: *Anais do Encontro Nacional de Ciência da Informação*, Salvador, p. 1-18. 2005.

HERMANN, M., PENTEK, T., OTTO, B. *Design principles for Industrie 4.0 scenarios: A literature review*. *Technische Universitat Dortmund*. Working paper, 2015. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review>. Acesso em 13 mai. 2019.

KAGERMANN, H., ANDERL, R., GAUSEMEIER, J., SCHUH, G.; WAHLSTER, W. *Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners (acatech STUDY)*. Munich, Herbert Utz Verlag, 2016. Disponível em <https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STU_engl_KF_Industry40_Global_01.pdf>. Acesso em 13 mai. 2019.

KUKA AG. KU2: XETRA. Pessoas: Henning Kagermann. 2019. Disponível em <<https://www.bloomberg.com/research/stocks/people/person.asp?personId=225292&privcapId=876589>>. Acesso em 10 jun. 2019.

LIMA, R. C. M. Bibliometria: análise quantitativa da literatura como instrumento de administração em sistemas de informação. *Ciência da Informação*, v. 15, n. 2, p. 127-133, jul./dez. 1986.

MINAYO, M. C. S., DESLANDES, S. F., GOMES, R., NETO, O. C., Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade. Petrópolis, *Editora Vozes*. 2002.

MIRANDA, F. S. M. P. A mudança do paradigma econômico, a Revolução Industrial e a positivação do Direito do Trabalho. *Revista Eletrônica Direito*, v. 3, n. 1, p. 1-24, 2012.

MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S., AIRES, R. W. A. Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. *VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação*. Foz do Iguaçu. 2017.

OKUBO, Y. *Bibliometric indicators and analysis of research systems: Methods and examples*. Paris: OECD, Directorate for Science, Technology and Industry.

OLIVEIRA, E. M. Transformações no mundo do trabalho, da revolução industrial aos nossos dias. *Caminhos de Geografia*, v. 5, n. 11, 2004.

PEREIRA, A., DE OLIVEIRA S. E. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 16, n. 1, 2018.

PORTER, A. L. How tech mining can enhance R&D management. *Research Technology Management*, 50 (2), 15. 2007.

PRICE, D. de S. *O desenvolvimento da ciência: análise histórica, filosófica, sociológica e econômica*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, v. 25, n. 4, p. 348-349. 1969.

PRODWIN. O que é a Indústria 4.0 e como se preparar? 2018. Disponível em <<https://www.prodwin.com.br/pt/blog/o-que-e-a-industria-4-0/>>. Acesso em 10 jun. 2019.

RIFKIN, J. *A Terceira Revolução Industrial: como a nova era da informação mudou a energia, a economia e o mundo*. Lisboa. Bertrand Editora, 2014.

ROBOTERIN. Indústria 4.0: A nova revolução industrial! 2017. Disponível em <<http://roboterin.com.br/industria-4-0-nova-revolucao-industrial/>>. Acesso em 11 mai. 2019.

ROSTAING, H. La bibliométrie et ses techniques. *Toulouse: Sciences de la Société*, 1996.

SCHWAB, K. A. quarta revolução industrial. Nova York. *Crown Business*, 2017.

SIGAHÍ, T. F. A. C.; DE ANDRADE, B. C. A Indústria 4.0 na perspectiva da Engenharia de Produção no Brasil: levantamento e síntese de trabalhos publicados em congressos nacionais. In: *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Joinville. 2017.

STRAUSS, A., CORBIN, J. Noções básicas de técnicas de pesquisa qualitativa. Thousand Oaks, CA. *Sage publications*, 1998.

VAL, J. P. Indústria 4.0 no Brasil: Conheça a Situação Atual e Perspectivas de Futuro. *Blog Geofusion*, 2018.

VIDICAN, G., WON, W.L., MADNICK, S. Measuring innovation using bibliometric techniques: The case of solar photovoltaic industry. *Sloan School of Management*, MIT. 2009.

YOSHIDA, N. D. Bibliometric Analysis: A Study Applied to Technological Forecasting. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, v. 2, n. 1, p. 52-84, 2010.

Apêndice 1 – Artigos utilizados por ano

TÍTULO DOS ARTIGOS ANALISADOS	ANO
CRIATIVIDADE: NOVO DESAFIO PARA A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DA INDÚSTRIA 4.0	2016
ADOPTION OF IOT IN LOGISTICS & SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW	2017
LEAN SIX SIGMA METHOD AND ITS APPLICATION IN THE INDUSTRY 4.0	2017
A APLICAÇÃO DO CONCEITO, RESTRITO, DE INDÚSTRIA 4.0 À GESTÃO DA DEMANDA HÍDRICA EM UM FRIGORÍFICO	2017
A INDÚSTRIA 4.0 NA PERSPECTIVA DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NO BRASIL: LEVANTAMENTO E SÍNTESE DE TRABALHOS PUBLICADOS EM CONGRESSOS NACIONAIS	2017
A QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA NO CONTEXTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - INDÚSTRIA 4.0	2017
APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING E ESTRUTURAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 EM UMA LINHA DE BATERIAS PARA SMARTPHONE	2017
AValiação DO DESEMPENHO DOS TRABALHADORES DE UMA EMPRESA DA INDÚSTRIA QUÍMICA: UM ESTUDO PARA ACOMPANHAMENTO DAS TENDÊNCIAS E MUDANÇAS DO SETOR	2017
CUSTOMCOLOR: UMA SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO CUSTOMIZADA APLICANDO OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0	2017
DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA O BRASIL	2017
DIGITALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES NA INDÚSTRIA 4.0: ESTUDO DE CASO DA ESTRUTURAÇÃO DIGITAL DO ESTOQUE DE UM E-COMMERCE	2017
ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: UMA VISÃO SOB ASPECTOS ESTRATÉGICOS E OPERACIONAIS	2017
GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL EM TRANSIÇÃO PARA A INDÚSTRIA 4.0: CONTROLE MOBILE, CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTA NOVA TECNOLOGIA	2017
HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DO PROFISSIONAL PARA O AMBIENTE DA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	2017
ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: UMA VISÃO SOB ASPECTOS ESTRATÉGICOS E OPERACIONAIS	2017
IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE OPERAÇÕES	2017
IMPORTÂNCIA E APLICABILIDADE DA ABORDAGEM MULTIVARIADA NA INDÚSTRIA 4.0	2017
INDÚSTRIA 4.0: COMO CONCLUIR AVANÇO TECNOLÓGICO E CAPACITAÇÃO DE PESSOAS?	2017
INDÚSTRIA 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA SETOR PRODUTIVO MODERNO	2017
INDÚSTRIA 4.0 E A INTERNET DAS COISAS: AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DOS DISPOSITIVOS	2017
INDÚSTRIA 4.0 E O GERENCIAMENTO DE ESTOQUES - UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DAS PRINCIPAIS INOVAÇÕES METODOLÓGICAS E FERRAMENTAIS APLICADAS A GESTÃO DOS ESTOQUES NAS ORGANIZAÇÕES	2017
INDÚSTRIA 4.0: MONITORAMENTO E AVALIAÇÕES EM TEMPO REAL COMO SUPORTE A DECISÕES HUMANAS RÁPIDAS E EFETIVAS. UM ESTUDO DE CASO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA INTELIGENTE	2017
INDÚSTRIA 4.0: PROPOSTA DE MAPA CONCEITUAL	2017
INDÚSTRIA 4.0: UMA ANÁLISE CONCEITUAL DO TEMA, SEUS IMPACTOS NA ECONOMIA E A COLOCAÇÃO DO PROFISSIONAL NESTE NOVO CENÁRIO	2017
INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA NACIONAL	2017
INOVAÇÃO DISRUPTIVA: COMO O MUNDO DIGITAL ESTÁ INFLUENCIANDO O SETOR GRÁFICO	2017
INTERNET DAS COISAS NA MANUFATURA AVANÇADA: CASO DA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANA DE AÇUCAR	2017
O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	2017
O FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM NA INDÚSTRIA 4.0: UMA ANÁLISE DA BIBLIOGRAFIA	2017
REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE A INDÚSTRIA 4.0 EM UM AMBIENTE DE MANUFATURA ENXUTA	2017
UMA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE PREPARO DA INDÚSTRIA NACIONAL À LUZ DO PARADIGMA 4.0	2017
A APLICAÇÃO DE SISTEMAS CIBER-FÍSICOS (CPS) EM SISTEMAS DE MANUFATURA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	2018
A INDÚSTRIA 4.0 E AS PRINCIPAIS TEMÁTICAS DE PESQUISA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	2018
A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA TOMADA DE DECISÃO DO PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	2018
ANÁLISE DA APLICABILIDADE DE CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 COMO FACILITADORES DOS PRINCÍPIOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	2018
AValiação DE MATUREZADE INDUSTRIAL 4.0: UM ESTUDO DE CASO ÚNICO EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO EM MINAS GERAIS	2018
COMO AS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 ESTÃO SENDO APLICADAS? UM SURVEY DAS INDÚSTRIAS DO SETOR METAL-MECÂNICO E AUTOMOBILÍSTICO DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA	2018
COMO O BRASIL ESTÁ FRENTE À QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: UMA PESQUISA SURVEY DAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS	2018
DESAFIOS DA SUPPLY CHAIN 4.0	2018
ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO E MENSURAÇÃO DE NÍVEIS DE IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS RELACIONADAS À INDÚSTRIA 4.0	2018
ESTUDO DA INSERÇÃO DE UMA INDÚSTRIA MULTINACIONAL AUTOMATIVA NA INDÚSTRIA 4.0	2018
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E A INDÚSTRIA 4.0: UMA ANÁLISE DA LITERATURA	2018
INDÚSTRIA 4.0: APLICAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL EM UMA ENVASADORA DE LÍQUIDOS	2018
INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE ESTOQUE: APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO	2018
INDÚSTRIA 4.0 RELAÇÕES COM A LOGÍSTICA E LEAN MANUFACTURING NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	2018
INTERNET OF THINGS: CONCEITOS E APLICAÇÕES BASEADAS EM UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2018
O ATLAS.TI NA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0	2018
O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0 E SEU ALINHAMENTO COM OS PARADIGMAS ESTRATÉGICOS DE GESTÃO DA MANUFATURA	2018
O USO DA METODOLOGIA TRIZ (TEORIA DA SOLUÇÃO INVENTIVA DE PROBLEMAS) NA MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DA CONFECCÃO 4.0 DO SENAI CETIQT	2018
OPORTUNIDADES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	2018
OS BENEFÍCIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	2018
PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E A RELAÇÃO COM A FILOSOFIA LEAN: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	2018
PRODUÇÃO ENXUTA E INDÚSTRIA 4.0 COM FOCO NA DEMANDA DO CLIENTE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS APLICADAS	2018
RISCOS DA MIGRAÇÃO DOS SISTEMAS FÍSICOS PARA COMPUTAÇÃO EM NUVEM NA TRANSIÇÃO PARA A INDÚSTRIA 4.0	2018
RUMO À INDÚSTRIA 4.0 - A TRANSFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO DE UM ESCRITÓRIO DE PROJETOS DE ENGENHARIA	2018
SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 4.0: UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS EMERGENTES	2018
UM MODELO DE PROCESSOS DO PROJETO DE ADAPTAÇÃO EMPRESARIAL AO PARADIGMA DAS INDÚSTRIAS 4.0	2018
UMA ANÁLISE DO IMPACTO DA CONECTIVIDADE E DA BUSCA POR NÓS NO TOTAL DE TAREFAS EXECUTADAS EM REDES DE PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0	2018
VIABILIDADE DOS PRINCIPAIS MÉTODOS DE IMPRESSÃO 3D NA CONTRUÇÃO CIVIL	2018

Fonte: Autoria própria segundo anais do ENEGEP no site ABEPRO (2019)

TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "INDÚSTRIA 4.0: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA EM ARTIGOS PUBLICADOS NO ENEGEP ENTRE OS ANOS DE 2011 A 2018" é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 12 de Julho de 2019

Jacyara Araújo de Souza
Jacyara Araújo de Souza



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas - ICEA
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção - COEP
Campus João Monlevade



TERMO DE CONFORMIDADE

Certifico que a aluna Jacyara Araújo de Souza, matrícula 15.2.8080 autora do trabalho de conclusão de curso intitulado “Indústria 4.0: análise bibliométrica em artigos publicados no ENEGEP entre os anos de 2011 e 2018”, efetuou as correções sugeridas pela banca examinadora e que estou de acordo com a versão final do trabalho.

João Monlevade, 23 de julho de 2019

Prof. Wagner Ragi Curi Filho (orientador)