

**Realidade Aumentada na Indústria: uma Análise Bibliométrica**

**Augmented Reality in the Industry: a Bibliometric Analysis**

**Realidad Aumentada em la Industria: un Análisis Bibliométrico**

Recebido: 26/10/2020 | Revisado: 01/11/2020 | Aceito: 16/11/2020 | Publicado: 19/11/2020

**Mayara Neves Pohlmann**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9037-7503>

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Brasil

E-mail: [mayara.pohlmann@gmail.com](mailto:mayara.pohlmann@gmail.com)

**Alexandre Formigoni**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7487-0541>

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Brasil

E-mail: [a\\_formigoni@yahoo.com.br](mailto:a_formigoni@yahoo.com.br)

**Caio Flávio Stettiner**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4479-7416>

Centro Universitário Campo Limpo Paulista, Brasil

E-mail: [cstettiner@gmail.com](mailto:cstettiner@gmail.com)

**Resumo**

Esta pesquisa visa apresentar uma análise bibliométrica com o objetivo de apresentar os estudos sobre a realidade aumentada na indústria. O atual cenário da indústria mundial reflete uma busca incessante por novas tecnologias que auxiliem na gestão da produção seguindo, dessa forma, o conceito de melhoria contínua apresentado pelo *Lean Manufacturing*. Grande parte das melhorias implementadas em processos tem como base os pilares da indústria 4.0. Com a alta competitividade presente nesse cenário, a implementação da realidade aumentada em diferentes segmentos industriais tem apresentado resultados que mostram que ela proporciona ganhos importantes em processos, já que é uma técnica que soluciona problemas de não conformidade e qualidade, treina os funcionários de maneira mais eficaz, auxilia em manutenções preventivas e até gera uma maior segurança. Sendo assim, com base na expansão da realidade aumentada no ambiente industrial, justifica-se a necessidade de compreensão dos principais usos dessa tecnologia por meio de uma revisão da literatura científica. Para a análise bibliométrica deste artigo, a plataforma escolhida foi a Scopus e o período escolhido foi de

2015 a 2019. Com essa análise, notou-se a diversidade de aplicações de realidade aumentada em diferentes países e setores industriais.

**Palavras-chave:** Realidade aumentada; *Lean Manufacturing*; Bibliometria.

### **Abstract**

This research aims to show a bibliometric analysis with the goal of presenting the studies about augmented reality in the industry. The current situation of the worldwide industry reflects an increasing search for new Technologies to assist in management of production following, therefore, the concept of continuous improvement presented by *Lean Manufacturing*. A large part of improvements implemented in processes is based on the pillars of industry 4.0. With the high competitiveness present in this situation, the implementation of augmented reality in different industrial segments has presented results that show that it provides important achievements in processes wich is a technique that solve problems of non-compliance and quality, train employees more effectively, assist in preventive maintence and even generates more safety. Therefore, based on the expansion of augmented reality in the industrial environment, the need to understand the main uses of this technology through a revision of scientific literature is justified. For the bibliometric analysis of this article, the chooses platform was Scopus and the chosen period was from 2015 to 2019. With this analysis, it was noted the diversity of augmented reality applications in different countries and industrial sectors.

**Keywords:** Augmented reality; *Lean Manufacturing*; Bibliometry.

### **Resumen**

Esta investigación pretende mostrar un análisis bibliométrico con el objetivo de presentar los estudios sobre la realidad aumentada en la industria. El actual escenario de la industria mundial refleja una búsqueda incesante de nuevas tecnologías que auxiliien en la gestión de la producción siguiendo, así, el concepto de mejora continua presentado por *Lean Manufacturing*. Una gran parte de las mejoras implementadas en procesos tienen como base los pilares de la industria 4.0. Debido a la alta competitividad presente en ese escenario, la implementación de la realidad aumentada en diferentes segmentos industriales ha presentado resultados que muestran que proporciona ganancias significativas en procesos, ya que es una técnica que soluciona problemas de no conformidad y calidad, entrena a los empleados de manera eficaz, auxilia en mantenimientos preventivos e, incluso, genera una mayor seguridad. En consecuencia, con base en la expansión de la realidad aumentada en el ambiente industrial, se justifica la necesidad de comprensión de los principales usos de esa tecnología por medio de una revisión de la literatura

científica. Para el análisis bibliométrico de este artículo se empleó la plataforma Scopus y el período elegido fue de 2015 a 2019. Con este análisis se constató la diversidad de aplicaciones de la realidad aumentada en diferentes países y sectores industriales.

**Palabras clave:** Realidad aumentada; *Lean manufacturing*; Bibliometría.

## 1. Introdução

Estudos apontam que a realidade industrial do Brasil não é das mais favoráveis, uma vez que entre 2006 e 2016 a produtividade da indústria brasileira caiu mais de 7% (CNI, 2016) e, no índice global de competitividade da manufatura, o Brasil caiu da quinta posição, em 2010, para a vigésima nona posição em 2016 (Council on Competitiveness, 2016). Sendo assim, a indústria brasileira quer aumentar sua produção, aliando a maior qualidade ao menor custo possível, tendo como base a padronização de processos e a redução de desperdícios, bases do *Lean Manufacturing*. Essa realidade também reflete o atual cenário do mercado internacional, no qual as empresas buscam cada vez mais atividades que aumentem sua competitividade, e, com isso, ferramentas de otimização de gestão ganharam destaque.

Tendo em vista esses baixos índices de produtividade e competitividade apresentados pelo Brasil nos últimos anos, tornou-se necessário seguir a tendência mundial de transformação tecnológica e, dessa forma, passaram a ganhar espaço a incorporação e o desenvolvimento de tecnologias de base digital, que modernizam os processos produtivos. Ou seja, no Brasil, segundo Abreu (2018), a indústria 4.0 mostra-se a via mais adequada para aumentar essa competitividade através das tecnologias digitais, fazendo com que a quarta revolução industrial ganhe força. Essa revolução traz avanços tecnológicos para melhorar a indústria e lida com alguns desafios globais (Wang et al. 2015). Nela são apresentados nove pilares dentre os quais podemos destacar a realidade aumentada, a qual será abordada nesta pesquisa.

A realidade aumentada pode ser caracterizada como a combinação do ambiente físico do mundo real com elementos virtuais que são visualizados através de um dispositivo eletrônico (Blanco-Novoa et al. 2018). A escolha desse pilar para este estudo foi embasada nos resultados apresentados após sua implementação em diferentes segmentos, revelando que ela proporciona ganhos importantes em processos, já que auxilia em atividades realizadas por funcionários, tais como treinamentos, montagem e manutenção.

A bibliometria, segundo de Araújo (2006), demonstra e analisa a disseminação da informação e índices de produções acadêmicas, visando classificar as produções e demonstrar suas características. Esta pesquisa utilizou essa técnica para apresentar como está sendo a

expansão da utilização da realidade aumentada na indústria.

## **2. Referencial Teórico**

Para uma maior compreensão da pesquisa, é importante o entendimento dos principais conceitos abordados neste estudo. Dessa forma a seção a seguir visa, por meio da literatura, explicar esses tópicos.

### **2.1 Realidade aumentada**

A realidade aumentada pode ser definida, segundo Kirner e Siscoutto (2007), como o uso, em tempo real, de algum dispositivo tecnológico com o intuito de enriquecer o cenário real com elementos virtuais. Ou também como um sistema capaz de complementar a realidade com itens virtuais gerados por computador, como se estivessem no mesmo espaço, tendo uma interação em tempo real, com um alinhamento. Outra propriedade da realidade aumentada é a de poder ser aplicada acionando todos os sentidos e não só a visão (Azuma, 2001).

Trata-se de uma ferramenta que pode atuar na manutenção de equipamentos, em treinamentos na fábrica, no controle da produção à distância e em tempo real, entre outras atuações (Baumgarten, 2019). Ou seja, apesar de ser ainda pouco utilizada no Brasil, essa tecnologia, futuramente, será mais usada visando fornecer aos operadores informações em tempo real, para melhorar os processos e a tomada de decisões (Aparecida Rocha da Silva & Rodrigues, 2016).

Cada vez mais a realidade aumentada ganha espaço em virtude da facilidade em se desenvolver aplicativos e do extenso uso de dispositivos que tornam possível sua adoção, como tablets e smartphones (Bottani & Vignali, 2019).

### **2.2 *Lean Manufacturing***

Em 1950 surgiu, no Japão, o Sistema Toyota de Produção (STP) cujo principal desenvolvedor foi Taichi Ohno. Em 1990, o STP ficou conhecido como *Lean Manufacturing*, sendo definido como uma metodologia baseada em um conceito de análise de processos de manufatura para torná-los enxutos, apenas com etapas que tenham valor agregado para o cliente (Shingo, 1996). O objetivo dessa metodologia é otimizar e padronizar processos visando aumentar o valor agregado dos processos e reduzir desperdícios, mantendo características

como: níveis mínimos de estoque, sistema de produção “puxada” e à prova de erro. Muitas empresas investem na implementação do *Lean* a fim de aumentarem a eficácia e a eficiência de seus processos, aumentando, conseqüentemente, sua competitividade no mercado.

Com atuação em todos os tipos de atividades, o *Lean Manufacturing* visa também otimizar as que agregam valor ao produto; sendo assim, deve-se primeiro definir os tipos de atividade que compõem os processos. Hines e Taylor (2000) apresentam três tipos: atividades que não agregam valor (NAV), atividades que agregam valor (AV) e atividades necessárias, mas que não agregam valor. NAVs são aquelas atividades que, pelo ponto de vista do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço. AVs são as atividades que o consumidor acredita que agregam valor ao seu produto ou serviço, ou seja, é baseado nessas atividades que o consumidor efetua o pagamento. Já as atividades que são necessárias mas não agregam valor são aquelas que, segundo o cliente, não aumentam o valor do produto ou serviço, porém não necessárias para as atividades que de fato agregam valor.

As atividades que não agregam valor são as que geram os desperdícios que, segundo Womack e Jones (2004), têm como fonte sete fatores, sendo eles: transporte desnecessário, excesso de estoque, movimentação desnecessária, espera (tempo sem trabalho), superprodução, superprocessamento (ou processamento inadequado) e defeitos. O transporte desnecessário consiste no movimento excessivo de produtos semiacabados ou acabados e informações. Excesso de estoque pode ser definido como produtos ou materiais que se encontram em quantidade acima da esperada para o cliente ou processo, gerando um custo maior devido à utilização de equipamentos para movimentação e controle, mão de obra e mais espaço físico, além do risco de danos e obsolescência. Quanto à movimentação desnecessária, o conceito consiste no deslocamento irrelevante de materiais ou pessoas devido à organização indevida do espaço de trabalho, resultando em perdas frequentes de itens e prejuízos econômicos. A espera diz respeito a longos períodos de inatividade, podendo ser resultado de falta de materiais ou informações, atrasos no processamento, layout deficiente, gargalos da produção e outras causas. A superprodução é aquela cuja forma de se produzir gera excesso de estoque, ou porque se produz além da demanda ou muito cedo. Já o superprocessamento está relacionado às etapas ineficientes ou incorretas no processo, não agregando valor, produzindo defeitos ou entregando qualidade superior à esperada. Esses defeitos se referem aos erros frequentes do processo, que acabam gerando retrabalho para a recuperação dos produtos defeituosos, produtos rejeitados no final da linha, clientes insatisfeitos e altos custos produtivos (Womack & Jones, 2004).

### **2.3 Bibliometria**

A bibliometria visa realizar análises de publicações de artigos, livros e relatórios e em periódicos acadêmicos científicos, medindo o fluxo de informações por meios quantitativos, matemáticos e estatísticos (Ribeiro, 2017). Ainda segundo de Oliveira et al. (2017), ela caminha lado a lado com o desenvolvimento de vários segmentos da ciência e com as publicações, os perfis dos autores e os resultados obtidos.

Três campos métricos permitiram o desenvolvimento da Bibliometria: regularidades, distribuições ou leis, segundo Hood e Wilson (2001). As principais leis são: Lei de Bradford, que retrata a produtividade de periódicos; Lei de Lotka, que aborda a produtividade de autores; e Lei de Zipf, com a distribuição e frequência de ocorrência de palavras.

Por meio da análise bibliométrica, é possível identificar, em um período determinado, o quanto determinado assunto foi estudado, quais as principais tendências dos autores, qual a abrangência e o objetivo das publicações científicas. Para que uma bibliometria seja realizada, conta-se com métodos, como análise de palavras-chave, análise de autores citados, análise de citações e acoplamentos bibliográficos (Pereira et al. 2019).

### **3. Metodologia**

Este estudo foi realizado com uma análise bibliométrica, que, segundo Prodanov e Freitas (2013), é uma ferramenta que almeja aproximar o pesquisador de todo o material que já foi escrito sobre o assunto a ser abordado na pesquisa. Nele foram considerados os artigos científicos encontrados na base de dados Scopus com publicação entre 2015 e 2019. Justificase a escolha dessa plataforma por ser uma base de dados ampla, com uso bastante difundido e com revisão por pares. Cabe ainda ressaltar que 2020 foi excluído por este estudo ainda se realizar no decorrer desse ano e os resultados gerados apresentarem uma tendência não real.

A metodologia da bibliometria foi utilizada também por Mesquita (2020) em seu estudo sobre finanças públicas, no qual ele afirma que conhecer os artigos que existem sobre determinado assunto permite um maior entendimento da produção científica. Ou seja, assim como outros trabalhos, esta pesquisa adotou essa metodologia para uma maior compreensão do tema por meio da literatura científica.

A partir do acesso à plataforma Scopus, na página inicial, definiu-se que o tipo de busca selecionada seria “documentos”, as palavras-chave seriam “Augmented Reality” e os campos

de busca seriam “Título do artigo, Resumo, Palavras-chave”, retornando um total de 29799 documentos.

Definiu-se então que dentro dos resultados deveriam ser pesquisados os termos “Industry” e “Training”, retornando 1418 documentos. Posteriormente, seguiu-se esse mesmo procedimento, mas o termo pesquisado foi “*Manufacturing*”, e o total de documentos encontrados foi de 646.

O próximo passo foi limitar os resultados, selecionando os anos de 2015 a 2019, definindo que os tipos de documento seriam apenas “artigos” no idioma inglês. Com esses filtros, o resultado encontrado foi de 153 artigos.

Para finalizar as opções de filtro desta pesquisa, ficou decidido que seriam analisados apenas os artigos cuja área de estudo fosse engenharia, totalizando, dessa maneira, os 91 artigos que foram objeto desse estudo.

O Quadro 1 a seguir retrata esse processo para a inclusão e exclusão de artigos para esta pesquisa:

**Quadro 1 - Busca de artigos.**

<b>BUSCA DE ARTIGOS</b>	
Base da Dados	Scopus
Tipo de Pesquisa	Documentos
Campo de busca	Título do artigo, Resumo, Palavras-chave
Palavras-chave	Augmented Reality
Pesquisar nos resultados	Industry Training, Manufacturing
Limitar os resultados	Ano: 2015 a 2019 Tipo de documento: Artigo Idioma: Inglês Área de Estudo: Engenharia

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para conhecer a rede de colaboração entre os autores bem como para verificar quais foram os mais citados, foi realizada uma listagem de todas as referências dos artigos objetos deste estudo. Essa rede foi mapeada por meio do uso do software VOSviewer na versão 1.6.15, desenvolvido pelo Centre for Science and Technology Studies da Leiden University para visualização e construção espacial e análise de dados cientométricos (Van Eck & Waltman, 2010).

Com o software aberto, na aba “file” foi clicada a opção “create”. Selecionou-se a opção “create a map based on bibliographic data”. Como os dados das citações dos artigos vieram da plataforma Scopus, foi selecionada a opção “read data from bibliographic database files” e foi

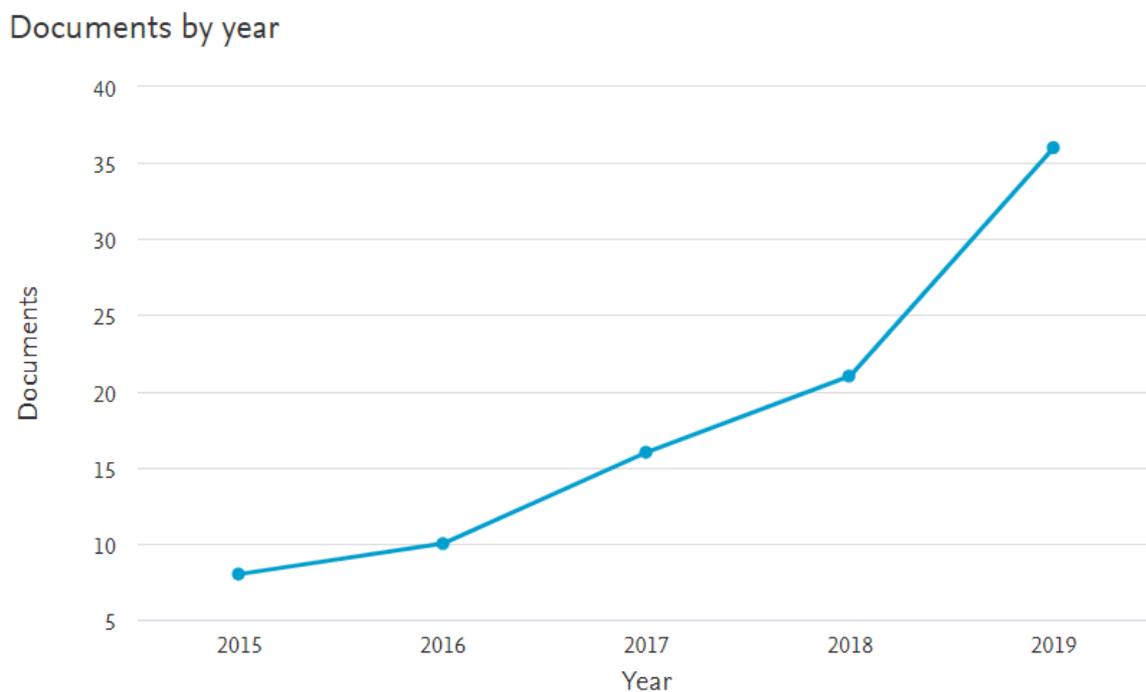
colocado o arquivo previamente salvo na plataforma Scopus com os dados dos artigos. Finalizando a operação para a criação do mapa de rede de colaboração entre autores, clicou-se na opção “finish”.

A rede de colaboração entre autores é formada por círculos, linhas e os nomes dos autores; quanto maior o “peso” de um autor na rede, maior a fonte da escrita dos nomes dos autores e o círculo. Quanto mais linhas, maior a interação entre os autores. A largura das linhas indica a força de interação entre os colaboradores.

#### 4. Resultados e Discussão

No Gráfico 1, apresentado a seguir, é possível notar uma evolução no número de artigos publicados ao longo dos anos sobre o tema da realidade aumentada e inseridos na base de dados da Scopus, o que pode ser interpretado como um indício de crescimento do interesse pelo estudo desse pilar da indústria 4.0.

**Gráfico 1** - Artigos publicados por ano desde 2015.



Fonte: Scopus (2020).

Ainda com os recursos da plataforma Scopus, pôde-se estabelecer quais foram as palavras-chave mais encontradas nos resumos e, após a seleção das dez de maior ocorrência,

foi possível traçar uma tendência de abordagem de subtemas a partir do tema da realidade aumentada, ou seja, quais são as abordagens das pesquisas sobre realidade aumentada existentes nesse período e, dessa forma, quais tópicos são novidades, ou não, de estudo. No Gráfico 2 (abaixo) vemos quais foram as palavras-chave mais encontradas nos resumos deste estudo:

**Gráfico 2** – Palavras-chave mais encontradas nos resumos.



Fonte: Scopus (2020)

Ainda nesse período do presente estudo, foi analisada a relevância do tema de acordo com a quantidade de citações que cada artigo teve no âmbito científico acadêmico e, a partir daí, foram selecionados os dez artigos com maior número de citações, encontrando a lista presente no Quadro 2 a seguir:

**Quadro 2** – Artigos e citações.

TÍTULO DO ARTIGO	AUTORES	ANO	FONTE	CITAÇÕES
A comprehensive survey of augmented reality assembly research	Wang, X., Ong, S.K., Nee, A.Y.C.	2016	Advances in Manufacturing 4(1)	118
Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future	Kamble, S.S., Gunasekaran, A., Gawankar, S.A.		Process Safety and Environmental Protection 117, pp. 408-425	110
Smart operators in industry 4.0: A human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new	Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A.	2017	Computers and Industrial Engineering 113, pp. 144-159	106
Discrete Event Simulation and Virtual Reality Use in Industry: New Opportunities and Future Trends	Turner, C.J., Hutabarat, W., Oyekan, J., Tiwari, A.	2016	IEEE Transactions on Human-Machine Systems 46(6),7547285, pp.	66

Suitability of virtual prototypes to support human factors/ergonomics evaluation during the design	Aromaa, S., Väänänen, K.	2016	Applied Ergonomics 56, pp. 11-18	58
Cloud-based augmented reality remote maintenance through shop-floor monitoring: A product- service system approach	Mourtzis, D., Vlachou, A., Zogopoulos, V.	2017	Journal of Manufacturing Science and Engineering	45
Evaluating the application of augmented reality devices in manufacturing from a process point of view: An AHP based	Elia, V., Gnoni, M.G., Lanzilotto, A.	2016	Expert Systems with Applications 63, pp. 187- 197	42
A Practical Evaluation of Commercial Industrial Augmented Reality Systems in an Industry 4.0 Shipyard	Blanco-Novoa, O., Fernandez-Carames, T.M., Fraga-Lamas, P., Vilar-	2018	IEEE Access 6, pp. 8201-8218	39
Supporting Remote Maintenance in Industry 4.0 through Augmented Reality	Masoni, R., Ferrise, F., Bordegoni, M., (...), Carrabba, E., Di Donato, M.	2017	Procedia Manufacturing 11, pp. 1296-1302	35

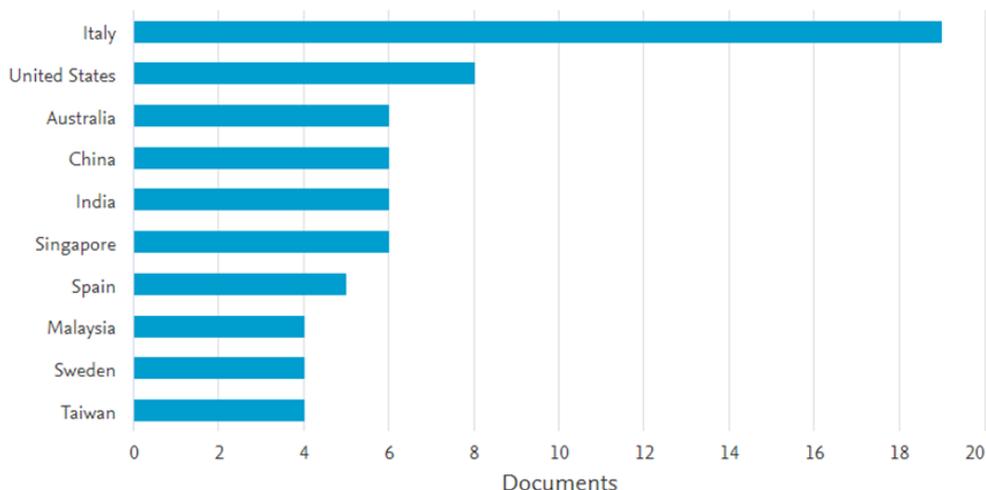
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

A base de dados da Scopus trouxe também uma relação dos países de origem dos artigos e, com isso, foram selecionados os países com maior número de artigos publicados desses 91 artigos selecionados, chegando ao resultado apresentado no Gráfico 3 a seguir:

**Gráfico 1 - Artigos por países.**

Documents by country or territory

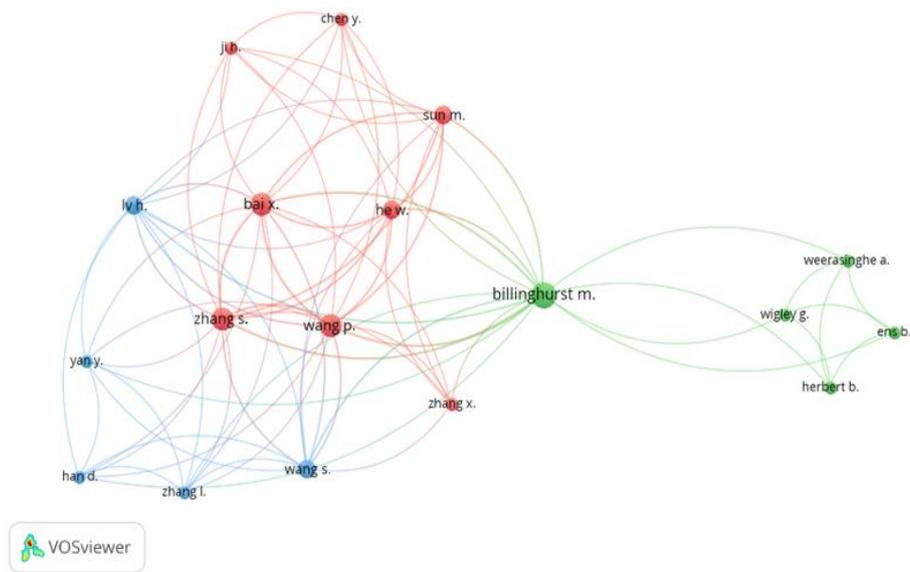
Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Fonte: Scopus (2020).

Com o software VOSviewer na versão 1.6.15, foi possível identificar uma rede de colaboração entre os autores que está presente na Figura 1 a seguir:

**Figura 1** - Mapa da rede de colaboração entre os autores



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

Dos 91 artigos deste estudo, em 56 foram encontrados os setores industriais em que a realidade aumentada foi aplicada e desses, os 11 principais setores, conforme apresentado pelo Gráfico 4 a seguir:

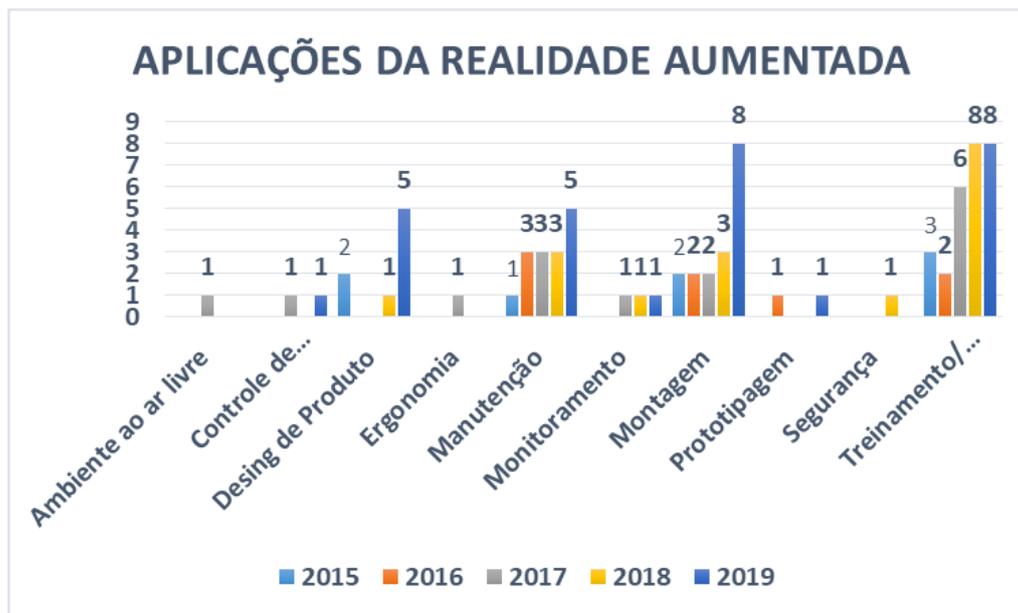
**Gráfico 4** - Realidade aumentada em setores industriais.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

As principais aplicações da realidade aumentada encontradas nas publicações analisadas por esta pesquisa estão apresentadas no Gráfico 5 a seguir:

**Gráfico 5 - Aplicações da realidade aumentada.**



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

Vale ressaltar que essas 10 principais aplicações foram identificadas em 77 dos artigos analisados por este estudo.

## 5. Considerações Finais

A análise bibliométrica realizada para este estudo permitiu encontrar 91 artigos na base de dados Scopus que falassem sobre a realidade aumentada na indústria e, com isso, foi possível encontrar dados que sugerem que de fato esse pilar da indústria 4.0 é uma ferramenta importante para alcançar os objetivos do *Lean Manufacturing* de tornar a produção mais enxuta, evitando desperdícios.

O crescente número de artigos publicados ao longo destes últimos 5 anos reflete um interesse maior pelo tema da realidade aumentada por parte das indústrias ao redor do mundo, concluindo-se que essa tecnologia tem se espalhado cada vez mais no setor industrial.

Outra conclusão que pôde ser obtida é que não há uma tendência particular de adoção dessa tecnologia, ou seja, a ferramenta pode ser usada em diversos segmentos do setor industrial, já que houve uma grande variabilidade de países que estudam a realidade aumentada e de segmentos industriais que a aplicam.

Além de diferentes países e setores industriais, a pesquisa ainda evidenciou que existem várias aplicações dessa ferramenta, no entanto uma se destacou: a aplicação da realidade

aumentada voltada para treinamentos e aprendizagem. As publicações mostram que, ao utilizar essa tecnologia para treinamentos de funcionários, ocorre um ganho de eficiência nos processos, uma vez que o tempo gasto em treinamentos para diversas atividades torna-se muito menor.

Por isso sugere-se que sejam realizados estudos mais aprofundados dessa aplicação de instrumentos de realidade aumentada na indústria, focados em treinamentos e aprendizagem a fim de que se evidencie o ganho que diversos segmentos industriais podem ter com a aliança entre educação e tecnologia dentro da indústria.

## Referências

Abreu, P. (2018). Perspectivas para a gestão do conhecimento no contexto da indústria 4.0. *South American Development Society Journal*, 4(10), 126-145. doi:10.24325/issn.2446-5763.v4i10p126-145

Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, Porto Alegre, 12(1), 11-32.

Aparecida, R. da S. F., Rodrigues, J. V. (2016). *Desafios e oportunidades da indústria 4.0*. Recuperado de: [https://simpep.feb.unesp.br/abrir\\_arquivo\\_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=365 &cad=24431&opcao=com\\_id](https://simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=11&art=365 &cad=24431&opcao=com_id).

Azuma, R. (2001). Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.

Baumgarten, C. (2019) *Realidade aumentada na indústria: o que está sendo feito?* Recuperado de: <https://www.pollux.com.br/blog/realidade-aumentada-na-industria-o-que-esta-sendo-feito/>.

Blanco-Novoa, O., Fernández-Caramés T. M., Fraga-Lamas, P., Vilar-Montesinos, M. A. (2018). A Practical Evaluation of Commercial Industrial Augmented Reality Systems in an Industry 4.0 Shipyard. *IEEE Access*, 6, 8201–8218.

Bottani, E., Vignali, G. (2019). Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade. *IISE Transactions*, 51(3), 284–310.

Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2016) Desafios para Indústria 4.0 no Brasil. Recuperado de: <http://www.portaldaindustria.com.br>.

Council on Competitiveness. (2016) 2016 Global Manufacturing Competitiveness Index. Recuperado de: <https://www.compete.org/component/taxonomy/term/summary/40/52?start=20>

Hines, P., Taylor, D. (2000). Going Lean. A guide to implementation. *Lean Enterprise Research Center*. Cardiff, UK.

Hood, W. W., Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, 52(2), 291–314. <https://doi.org/10.1023/A:1017919924342>.

Kirner, C., Siscoutto, R. (2007). Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: *Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality*, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC, 28.

de Oliveira, G., de Souza, E., Veiga, O., & Okano, M. (2017). Investigação sobre negócios sociais e tecnologia da informação e comunicação – uma pesquisa bibliográfica. *South American Development Society Journal*, 2(6), 118 - 129. Recuperado de: <http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/54>.

Mesquita, Á. C. A. de. (2020). Análise bibliométrica dos artigos científicos em finanças públicas publicados na biblioteca eletrônica spell entre os anos de 2009 a 2019. *Research, Society and Development*, 9(7), e159973846. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3846>

Pereira, R. S., Santos, I.C., Oliveira, K. D. S., Leão, N. C. A. (2019). Meta-analysis as a research tool: A systematic review of bibliometric studies in administration. *Revista de Administracao Mackenzie*, 20(5).

Prodanov, C. C., & Feritas, E. C. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico* (2a ed.). Nova Hamburgo: Universidade Freevale.

Ribeiro, M. C. H. (2017). Bibliometria: Quinze anos de análise da produção acadêmica em periódicos brasileiros. *Biblios*, (69), 1-20. doi:10.5195/biblios.2017.393.

Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman.

Van Eck, N. J. & Waltman, L., 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2),523–538.

Wang, S., Wan, J.; Li, D.; Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), SAGE Publications.

Womack, J., Jones, D. (2004). *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Elsevier.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Mayara Neves Pohlmann – 60%

Alexandre Formigoni – 20%

Caio Flávio Stettiner – 20%