

**Tecnologia, inovação e sustentabilidade:  
50 anos de Cursos de Tecnologia no Brasil.****Realidade aumentada na indústria 4.0 – análise bibliométrica  
sobre orientações, aplicações e implementações.**Alessandro José da Silva<sup>1</sup>, Humber Furlan<sup>2</sup>

**Resumo** - Considerando a necessidade de implantações de tecnologias da informação e comunicação desenvolvidas para a indústria 4.0 propostas para serem utilizadas na área de manutenção industrial, esta pesquisa tem como propósito realizar a busca de informações a respeito de publicações que possam orientar a utilização e a implantação de Realidade Aumentada nas indústrias brasileiras que necessitam se adequar as novas exigências de competitividade mundial, imprescindíveis a sua sobrevivência futura, de forma a acompanhar a evolução que se encontra em curso. Assim, Mediante a investigação desenvolvida em duas das bases de repositórios mais bem conceituadas no ambiente da pesquisa internacional (Web of Science e Scopus), dez artigos foram selecionados e resumidos obtendo como resultado relatos que salientam a importância crescente do tema explorado concluindo que futuramente essa tecnologia será um importante diferencial para o rápido alcance dos resultados almejados.

**Palavras chave** – REALIDADE AUMENTADA, INDÚSTRIA 4.0, MANUTENÇÃO INTELIGENTE, MANUTENÇÃO ESPERTA.

**Abstract** - Considering the need for deployments of information and communication technologies developed for industry 4.0 proposed to be used in the area of industrial maintenance, this research aims to search for information about publications that can guide the use and implementation of Reality. Increased in Brazilian industries that need to adapt to the new requirements of world competitiveness, indispensable for their future survival, in order to keep up with the evolution that is underway. Thus, Based on research carried out in two of the most reputable repository bases in the international research environment (Web of Science and Scopus), ten articles were selected and summarized, resulting in reports that highlight the growing importance of the theme explored, concluding that in the future such Technology will be an important differentiator for the rapid achievement of the desired results.

**Keywords** - “AUGMENTED REALITY”; “INDUSTRY 4.0”; “INTELLIGENT MAINTENANCE” OR “SMART MAINTENANCE”.

---

<sup>1</sup>Mestrando do Centro Paula Souza – alessandrojosedasilva993@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor e orientador do Centro Paula Souza – humber@fatecsp.br

## 1. Introdução

Os desafios que a indústria 4.0 deverá enfrentar nos próximos anos esta sendo debatido arduamente no ambiente industrial tornando-se uma preocupação não só para os empresários do setor industrial como para toda a comunidade acadêmica responsável por apresentar inovações que resolvam hoje os problemas de amanhã. Entre os desafios, que assombam o ambiente brasileiro nacional, pode-se destacar a falta de profissionais capacitados para realizar atividades que irão requerer a aquisição de diferentes habilidades, com grandes volumes de conhecimentos e capacidade de adotar em cada situação decisões de forma assertivas, em um período de tempo cada vez mais reduzido.

Observando este panorama, ocorreu o questionamento de como as empresas poderão realizar a aprendizagem necessária para ajudar a mudar a forma como o profissional, atuante no setor industrial, conseguirá adquirir conhecimentos, habilidades e ainda, desenvolver atitudes assertivas de forma eficaz, tomando decisões de forma prática, rápida e gerando custos baixos.

De forma que, o objetivo principal deste estudo é identificar a importância da aplicação da realidade aumentada na indústria moderna, especificando as aplicações, implantações e orientações mais recentes por meio de um estudo bibliográfico.

## 2. Referencial Teórico

O termo “indústria 4.0” foi utilizado publicamente na Alemanha por um grupo selecionado, com representantes de diferentes áreas de atuação, que discutiam como melhorar a participação de seu país na indústria de manufatura. Sendo assim, um grupo foi criado para desenvolver ações que definissem o que seria a indústria 4.0, chefiados por Henning Kagermann, na academia de ciências e engenharia alemã, em 2011, e, desde então, o governo começou a utilizar o termo para designar uma nova evolução dos conceitos de produção (Revista Magazine Cleverism, 2013). Tais ações foram pautadas nas rápidas mudanças ocorridas nas tecnologias de informação e comunicação (TIC's), as quais romperam as fronteiras entre a realidade virtual e o mundo real.

A ideia por trás da Indústria 4.0 era criar uma rede social onde, as máquinas podem se comunicar umas com as outras - chamada Internet of Things (IoT), com as pessoas - chamada Internet of People (IoP) e com os fornecedores, para criar o que hoje chamamos de sistema de produção ciberfísica (CPPS). Tudo isso possibilita as indústrias a integrarem o mundo real e o mundo virtual, além de permitirem que as máquinas colem dados em tempo real, os analisem e até mesmo tomem decisões com base neles.

Esta revolução incorrerá em uma mudança nas atividades trabalhistas realizadas nas próximas décadas, estima-se que muitos empregos deixaram de existir para dar lugar a outros, no entanto, será necessário que a população seja qualificada para as novas atividades que irão necessitar de novas competências que precisam ser desenvolvidas com urgência e rapidez.

Uma das tecnologias amplamente empregadas neste contexto é a Augmented Reality (AR) ou realidade aumentada, que oferece novos modos de visualização, navegação e interação entre o ambiente real e o usuário. É amplamente utilizada para ajudar os profissionais a visualizarem dados e

informações industriais de maneira mais direta, intuitiva, permitindo melhor entendimento, interação com o ambiente real e utilização de imagens que se misturam ao ambiente real (JIANG & SUBAKTI, 2018).

Tal tecnologia esta sendo aplicada em diversas situações industriais, tais como manutenção, qualidade, projetos, processos, treinamento e gestão. Assim, um estudo se faz necessária para verificar sua relevância e seu desenvolvimento no mundo acadêmico por meio de uma análise bibliométrica.

A bibliometria é definida como um conjunto de leis e princípios empíricos que contribuem para estabelecer os fundamentos teóricos da Ciência da Informação (PRITCHARD, 1969). Este termo evoluiu com o tempo passando a ser considerado como uma ferramenta estatística que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento (GUEDES & BORSCHIVER, 2005). Desta forma, esta pesquisa explora duas bases de repositórios reconhecidos mundialmente na área de engenharia da produção: Scopus e Web of Science (WOS), utilizando os conceitos de bibliometria para dar maior credibilidade ao tema estudado.

### 3. Método

A pesquisa se inicia com um estudo bibliográfico realizado de forma exploratória, com base na questão de pesquisa apresentada. Para acessar estes dados utilizaremos bancos de dados online conhecidos como repositórios digitais (Madeiro, 2016). Após definição da questão de pesquisa, procedemos investigando sobre os temas definidos, através de pesquisas realizadas em duas das bases de repositórios mais bem conceituadas do ambiente da pesquisa internacional: Web of Science e Scopus.

Para orientar o estudo bibliográfico desenvolvido, quatro palavras chaves foram definidas e utilizadas para realizar a pesquisa, utilizando como termos de procura as palavras inglesas “augmented reality”, “industry 4.0” e “smart maintenance” e “intelligent maintenance” traduzidas, em português, como “realidade aumentada”, “indústria 4.0”, “manutenção esperta” e “manutenção inteligente”. As duas primeiras palavras, em questão, foram utilizadas separadamente e as duas últimas foram utilizadas em conjunto por meio de um operador booleano “OU”.

A pesquisa se desenvolve então, seguindo as orientações coletadas no estudo com base em conceitos da bibliometria, buscando verificar as informações de maior relevância como autores com maior produtividade na abordagem do tema pesquisado, número de citações efetuadas por outros e atualidade do tema no período da pesquisa. Segue-se assim, a mineração dos dados coletados para geração de dados comprobatórios da relevância do tema perante a abordagem definida para estudo.

O refinamento da pesquisa ocorre de forma manual, realizando a leitura e as interpretações dos conteúdos, resumos e conclusões, para verificar a possível conexão com os objetivos iniciais da pesquisa. Em seguida, se utiliza o software chamado “Endnote” para coletar e armazenar os dados obtidos para posterior análise. Segue-se a análise dos dados gerando informações e gráficos que farão parte das conclusões da pesquisa.

Por fim, dez artigos serão escolhidos, analisados e resumidos para demonstrarem suas contribuições ao tema, trazendo orientações, aplicações e

implementações, realizadas conforme as premissas da indústria 4.0 na área de manutenção inteligente.

#### 4. Resultados e Discussão

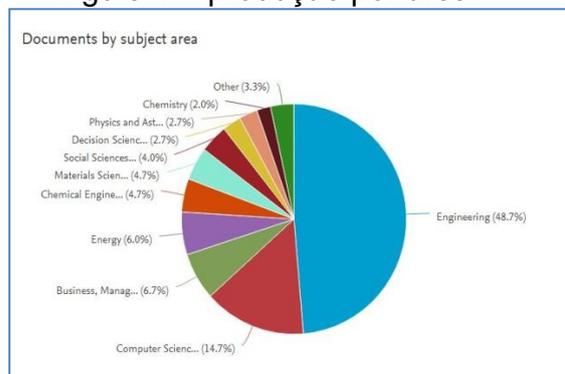
Durante a coleta de dados, realizada no mês de maio de 2019, nos repositório de pesquisa Scopus e Web of Science, foram investigadas as informações pertinentes a Realidade aumentada, indústria 4.0 e manutenção inteligente.

Na base Scopus foram encontradas 274 títulos utilizando a palavra chave manutenção inteligente, os quais foram minerados a fim de facilitar o acesso aos documentos através dos filtros: artigos e documentos de livre acesso; e para direcionar o campo de estudo, os filtros: área e língua. Esta operação reduziu a pesquisa a 77 publicações as quais foram posteriormente analisadas individualmente através de leitura e interpretação, reduzindo a pesquisa a dois artigos, os quais são resumidos a seguir.

Artigo 1 – No texto analisado, “Basics Of Designing Maintenance Processes In Industry 4.0” (Fusko *et al.*, 2018), descreve-se uma nova pesquisa sobre o projeto de processos proativos de manutenção para Indústria 4.0. Considera que a manutenção é um dos principais processos que afetam a produtividade da produção. Afirma que tudo o que for possível digitalizar será digitalizado, e qualquer coisa que possa estar em rede será conectada em rede. O software está se tornando cada vez mais um fator decisivo de produção, porque todas essas máquinas em rede devem ser controladas e todos os dados digitais devem ser armazenados, processados e analisados de forma significativa.

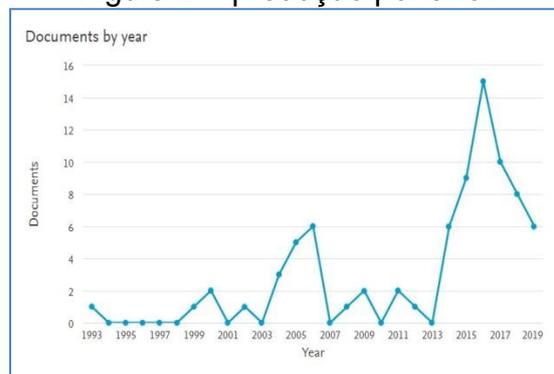
Artigo 2 – Em, “Augmented Reality Based Integrated Intelligent Maintenance System For Production Line” (Dey e Sarkar, 2016), o autor descreve um conceito para desenvolver um sistema de manutenção inteligente para a linha de produção que funciona quando incorporado com um dispositivo Augmented Reality (AR). O sistema global é integrado com a Internet das Coisas (IoT) para acesso a informações variadas e organizadas sobre o dispositivo AR. Fornecerá assistência rápida aos usuários e ajudará na redução de sua carga cognitiva.

Figura 1 – produção por área.



Fonte : Scopus

Figura 2 – produção por ano.

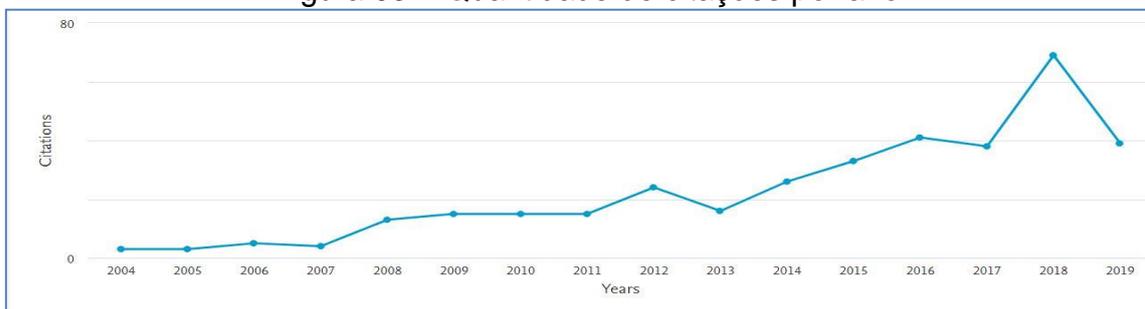


Fonte : Scopus

O sistema gerencia a produção identificando as flutuações na demanda de mercado e informando diferentes unidades da linha de produção a necessidade de trabalhar redistribuindo o poder humano e os recursos. Realiza uma verificação regular do estado atual das máquinas e notifica uma provável quebra.

A análise realizada nas 77 publicações filtradas na base Scopus, demonstra que a manutenção inteligente tem se desenvolvido em grande parte na área de engenharia (figura 01) a qual busca realizar intervenções em períodos de tempo cada vez menores e com maior eficácia, com a finalidade de aumentar a disponibilidade de máquinas e equipamentos.

Figura 03 – Quantidade de citações por ano.



Fonte: Scopus

Observa-se também que há uma tendência de aumento das publicações iniciadas em 2013 e mantidas acima das médias anteriores a essa data (figura 02). Além de que está havendo um grande aumento na quantidade de citações realizadas com base nas obras aqui selecionadas (figura 03), as quais tem apontado aumento gradativo desde 2013, momento em que a indústria 4.0 começa a se popularizar mundialmente.

Utilizando a palavra chave realidade aumentada, ainda na base Scopus, foram encontradas 22.140 títulos, os quais foram filtrados como artigos, documentos de livre acesso e língua (Inglês), operação que reduziu a pesquisa a 547 publicações que foram analisadas individualmente através de leitura e interpretação reduzindo a pesquisa a quatro artigos resumidos a seguir.

Artigo 3 – No artigo “Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade” (Bottani e Vignali, 2019), realizou-se uma análise e revisão da literatura científica relacionada à aplicação de Realidade Aumentada (AR) na indústria. O objetivo desta revisão é classificar a literatura sobre AR publicada de 2006 a 2017, identificar as principais áreas e setores onde a AR está atualmente implantada, descrevendo as soluções adotadas, bem como, os principais benefícios alcançáveis com este tipo de tecnologia.

Artigo 4 – No artigo “Interactive Authoring Tool for Mobile Augmented Reality Content”(Jeon *et al.*, 2016), descreve-se o desenvolvimento de um construtor de conteúdo AR móvel nomeado pela sigla MARB, apresentando como organizar e como realizar aplicações detalhadas. Desenvolvido em formato app permite ao usuário conectar facilmente um marcador e um objeto virtual com vários eventos de interação que são usados para manipular o objeto virtual em um ambiente móvel para que os usuários possam simplesmente produzir um conteúdo AR usando fotos naturais e objetos virtuais que eles selecionam.

Artigo 5 – “Designing and implementing interactive and realistic augmented reality experiences” (Frizziero *et al.*, 2019), descreve uma abordagem para apoiar a concepção e implementação de sistemas interativos e realidade aumentada realística (AR), considerando que a maioria das aplicações de software ainda não suportam experiências de AR, onde os objetos virtuais aparecem como mesclados no cenário real. Deste modo se propõem a combinar o uso de técnicas de AR baseadas em modelos utilizados em jogos atuais para desenvolver cenas AR em

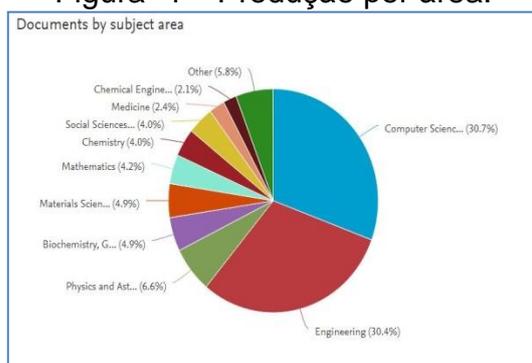
que os objetos virtuais colidem, estão ocluídos, projetam sombras e, em geral, se integram ao ambiente de forma mais realista.

Artigo 6 – Em “Improving efficiency of industrial maintenance with context aware adaptive authoring in augmented reality” (Erkoyuncu *et al.*, 2017), retrata uma nova abordagem para melhorar a eficiência da manutenção por meio de suporte operacional adaptativo usando uma técnica de Realidade Aumentada que utiliza os dados disponíveis e o nível de habilidade dos técnicos sem a necessidade de conhecimento prévio de AR. O sistema AR pode ser adaptado dinamicamente pela manutenção de não programadores técnicos para melhorar ainda mais a eficiência. Um protótipo do sistema AR chamado ARAUM (Augmented Reality Authoring for Maintenance) foi desenvolvido para testar se a abordagem sensível ao contexto desenvolvida e adaptativa para AR permite que especialistas em manutenção usem soluções de criação e se o conteúdo criado pode melhorar a eficiência da manutenção.

A análise bibliográfica realizada, para esse tema, mostra que existe um equilíbrio entre a quantidade de publicações realizadas na área de engenharia e de Ciências da computação (figura 4), isto ocorre devido ao fato da realidade aumentada ser uma tecnologia de informação e comunicação (TIC's) desenvolvida em ciências da computação e utilizada amplamente por diversas áreas da engenharia.

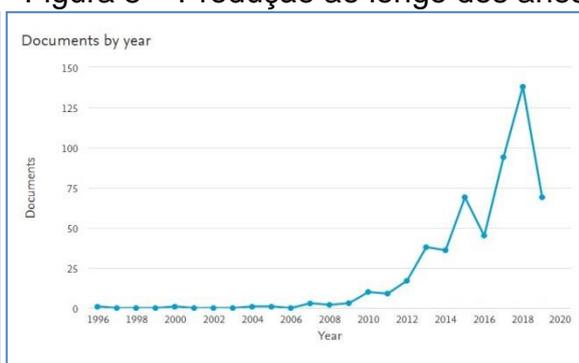
As primeiras publicações sobre os conceitos de realidade aumentada na base Scopus surgem em 1996, porém somente a partir de 2010 começam a tomar corpo (Figura 5), exatamente no momento em que os conceitos da indústria 4.0 começam a ser divulgados, ou seja, iniciam um crescimento alavancado pela utilização das tecnologias em aplicações industriais.

Figura 4 – Produção por área.



Fonte: Scopus

Figura 5 – Produção ao longo dos anos.



Fonte: Scopus

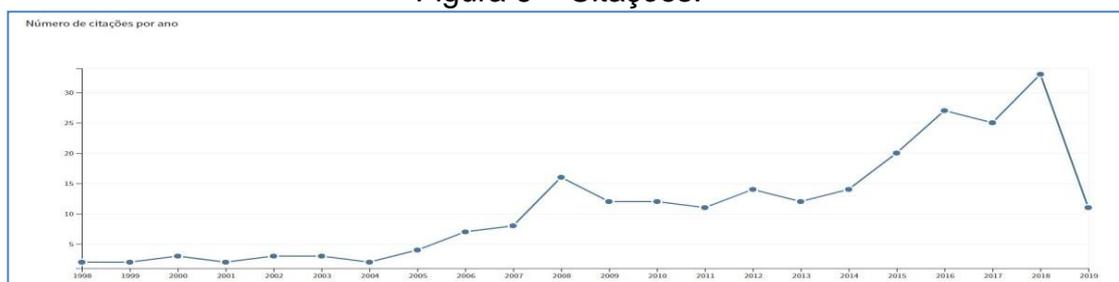
Utilizando a palavra chave manutenção inteligente na base Web of science (WOS) foram encontradas 110 títulos, os quais foram minerados com o filtro artigos; no entanto, a quantidade encontrada por área ficou restrita a apenas duas publicações abertas para engenharia. Desta forma, foi escolhido apenas um dos documentos encontrados para discussão e resumo.

Artigo 7 – Em Maintenance 4.0: Intelligent and Predictive Maintenance System Architecture (Cachada *et al.*, 2018), o autor afirma que em manufatura as tendências de manutenção voltam-se para uma abordagem preditiva, exemplificado pelo Prognóstico e Gestão de Saúde (PHM) e as técnicas de Manutenção Baseada em Condições (CBM), que de tais abordagens exigem uma arquitetura de abordagem bem estruturada reforçada pelo uso das TICs como Internet das coisas (IoT), computação em nuvem, análise avançada de dados e

realidade aumentada. Portanto, este artigo descreve a arquitetura de manutenção preditiva e inteligente, alinhado aos princípios da Indústria 4.0, que considera análise avançada e on-line dos dados coletados para a detecção precoce da ocorrência de possíveis falhas de máquinas e apoia os técnicos durante as intervenções de manutenção, fornecendo um suporte de decisão inteligente guiado.

A análise realizada nas 77 publicações filtradas na pesquisa, na base WOS, aponta que as pesquisas nesta área registraram início a partir de 2014, sendo considerada uma área jovem, porém encontra-se em pleno desenvolvimento. Apesar do conteúdo desta pesquisa não se encontrar disponível de forma aberta na base WOS, observamos sua relevância dado o grande número de citações observadas (figura 6). Considera-se assim, a diversidade e falta de publicações abertas como a confirmação da relevância do tema e a necessidade de realização de pesquisas com mais ênfase na área de Manutenção inteligente.

Figura 6 – Citações.



Fonte : Web of science.

Ainda na base WOS, foram encontrados 6.162 títulos utilizando a palavra chave realidade aumentada, os quais foram minerados a fim de facilitar o acesso aos documentos através dos filtros: artigos, documentos de livre acesso, área e língua Inglesa. Reduzindo a pesquisa a 327 publicações que foram analisadas manualmente através de leitura e interpretação, reduzindo a pesquisa a três artigos os quais, passam a ser resumidos a seguir.

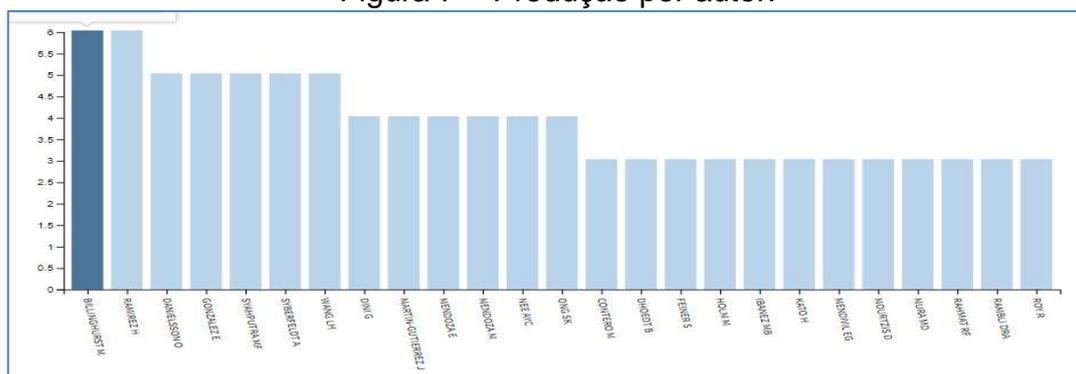
Artigo 08 – Em “An Approach for Construction of Augmented Reality Systems using Natural Markers and Mobile Sensors in Industrial Fields” (Gomes *et al.*, 2017), os autores apresentam uma metodologia para o desenvolvimento de aplicações de visualização da Realidade Aumentada (AR) em cenários industriais. A proposta apresenta o uso de referências georeferenciadas com marcadores naturais detectados em tempo real, o que permite a construção de sistemas de AR, permitindo a criação de ferramentas que podem ajudar na manutenção no local e nas atividades para os operadores, possibilitando incluir informações sobre o equipamento durante um procedimento específico, utilizando marcadores com base nos recursos do Haar associados à geolocalização do equipamento é possível realizar a detecção de equipamentos em vários pontos de vista de usuários no cenário industrial e é possível a inclusão de informações reais sobre esses equipamentos em tempo real como anotações AR.

Artigo 09 – em “Integrated authoring tool for mobile augmented reality-based e-learning applications” (Jeon *et al.*, 2016), os autores afirmam que Realidade aumentada móvel é um tendência inovadora em e-learning que está criando novas oportunidades de ensino e aprendizagem. Sendo assim, se propõem uma abordagem para integrar uma ferramenta de autoria de realidade aumentada, que permite aos professores projetar e fornecer realidade aumentada de atividades de aprendizado em dispositivos móveis visando complementar os atuais sistemas de e-learning, proporcionando uma gama mais vasta e mais rica de atividades de aprendizagem para professores e estudantes.

Artigo 10 – Em “Intelligent Augmented Reality Training for Motherboard Assembly” (Westerfield *et al.*, 2015) os autores realizam uma investigação sobre a combinação da Realidade Aumentada (RA) com Sistemas de Tutoria Inteligente (ITS) para auxiliar no treinamento de tarefas de montagem manual. Abordagem que combina gráficos AR com orientação adaptativa do ITS para proporcionar uma melhor eficácia de experiência de aprendizado. Foi desenvolvido uma estrutura de software modular, para sistemas de treinamento em AR e um protótipo baseado nessa estrutura que ensina usuários iniciantes como montar uma placa-mãe de computador.

A análise realizada nas 327 publicações filtradas com a palavra Realidade aumentada, mostra que as publicações com maior número de registro se agrupam em 8 áreas distintas, onde ciências da computação, pesquisa educacional em educação e engenharia são responsáveis por mais de 90 % das publicações registradas. A produtividade na base se mostra em torno de 04 publicações por autor em média, o que denota o interesse crescente causado pelo tema (Figura 7).

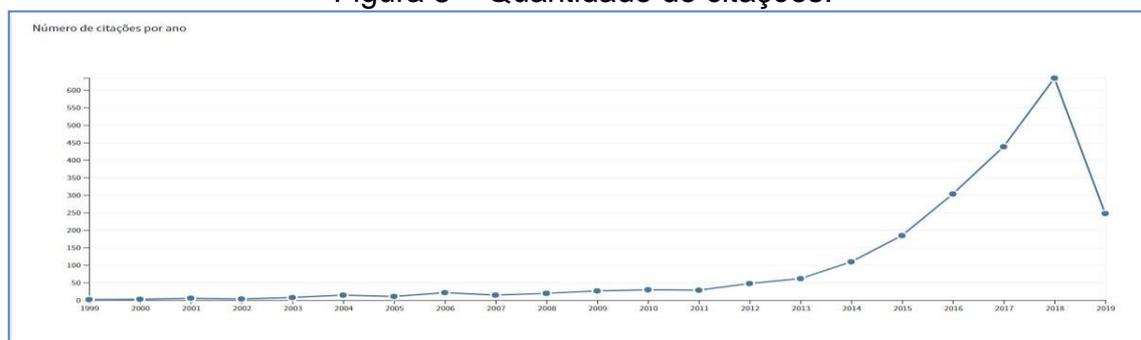
Figura 7 – Produção por autor.



Fonte : Web of science.

Observa-se que, o tema está em ascensão desde 2011, o número de citações está aumentando exponencialmente (figura 8) e existe uma grande quantidade de autores publicando enumeras pesquisas sobre o assunto (figura 7).

Figura 8 – Quantidade de citações.



Fonte : Web of science.

Os dados obtidos nos leva a acreditar que a realidade aumentada poderá no futuro ser a ferramenta que faltava para facilitar o desenvolvimento dos processos cognitivos, pois utiliza as ferramentas que permitem realizar simulações em ambiente imaginário e pode utilizar a internet das coisas para auxiliar a realização de tarefas reais, auxiliados por tutores reais ou virtuais.

## 5. Considerações finais

O estudo de Bibliometria se mostrou eficaz para realizar a análise sobre Realidade aumentada confirmando que o tema está em plena ascensão, que muitos autores estão utilizando os documentos selecionados como citações em suas publicações, países como EUA, China, Japão e Coreia do Sul estão entre os que mais produzem sobre o tema e as palavras chaves encontradas nas publicações selecionadas estão diretamente ligadas aos temas como manutenção inteligente, indústria 4.0, educação e aprendizagem confirmando nossa hipótese inicial, a qual acreditava que a Realidade aumentada poderia contribuir com melhoria na aprendizagem futura, capturando a atenção do aluno e facilitando o acesso a informação tecnológica e acessória remota.

A aplicação da Realidade Aumentada em treinamentos, em educação, em atividades produtivas e manutenção, podem contribuir significativamente para diminuir a defasagem de conhecimento e restaurar a confiança dos empresários, garantindo que os trabalhadores brasileiros terão, no futuro, condições de realizar as atividades exigidas pela quarta revolução industrial.

É importante salientar que o estudo bibliométrico é uma atividade trabalhosa e árdua, requer organização, paciência e determinação, além de necessitar de acesso às bases internacionais as quais ocorre por meio do portal de periódicos CAPES/MEC, onde o acesso é livre e gratuito a usuários autorizados, como professores, alunos e funcionários de instituições cadastradas em sua base de dados.

Aconselha-se que o leitor busque realizar suas consultas e diversas bases pois as informações encontram-se distribuídas e não concentradas nas mais reconhecidas, dessa forma evita-se deixar passar algum conhecimento que pode fazer a diferença para construção de ideias significativas para as inovações futuras.

## 6. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação.- referência - elaboração**. Rio de Janeiro. 2002, 24 f.
- BOTTANI, E.; VIGNALI, G. **Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade**. IISE Transactions, v. 51, n. 3, p. 284-310, 2019. ISSN 2472-5854.
- CACHADA, A.; BARBOSA, J.; LEITÃO, P.; GERALDES, C.A. S.; DEUSDADO, L.; COSTA J.; C. TEIXEIRA, J. TEIXEIRA, MOREIRA, A. H.J. ; MOREIRA, P.M.; ROMERO, L. **Maintenance 4.0: Intelligent and Predictive Maintenance System Architecture**. In: (Ed.). 2018 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. New York: IEEE, 2018. p.139-146. (IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation-ETFA).
- DEY, S.; SARKAR, P. **Augmented reality based integrated intelligent maintenance system for production line**. v. 07-09-December-2016, p. 126-131, 2016. ISSN 9781450348638 (ISBN). Disponível em: < <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85008205691&doi=10.1145%2f3014362.3014377&partnerID=40&md5=3a185110b1e587470c766731a010c67a> >. Acesso em: 03 março 2019.
- JEON, JIYONG; HONG, MIN; YI, MANHUI; CHUN, JIYOON; KIM; JI SIM; CHOI, YOO-JOO. **Interactive Authoring Tool for Mobile Augmented Reality Content**. Journal of Information Processing Systems, v. 12, n. 4, p. 612-630, Dec 2016. ISSN

1976-913X. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000393132300005 >. Acesso em: 15 março 2019.

ERKOYUNCU, JOHN; FERNANDEZ; DEL AMO, INIGO; ROY, RAJKUMAR; DALLE MURA, MICHELA; DINI, GINO. **Improving efficiency of industrial maintenance with context aware adaptive authoring in augmented reality**. CIRP Annals - Manufacturing Technology, v. 66, n. 1, p. 465-468, 2017. ISSN 00078506 (ISSN). Disponível em: < <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85017478850&doi=10.1016%2fj.cirp.2017.04.006&partnerID=40&md5=5fb8d4915904763a5ad4d87ec479ab19> >. Acesso em: 18 março 2019.

FRIZZIERO, L; LIVERANI, ALFREDO; CALIGIANA, GIANNI; CHINAGLIA, GIAMPIERO DONNICIELUCA. **Design for disassembly (DfD) and augmented reality (AR): Case study applied to a gearbox**. Machines, v. 7, n. 2, p. 7-29, 2019. ISSN 20751702 (ISSN). Disponível em: < <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85065082671&doi=10.3390%2fmachines7020029&partnerID=40&md5=9ecada0b9d307f77412c6286f1239ed4> >. Acesso em: 21 março 2019.

FUSKO, M; RAKYTA, MIROSLAV; KRAJCOVIC, MARTIN; DULINA, LUBOSLAV; GASO, MARTIN; GRZNAR, PATRIK. **Basics of designing maintenance processes in industry 4.0**. MM Science Journal, v. 2018, n. March, p. 2252-2259, 2018. ISSN 18031269 (ISSN). Disponível em: < [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85043382032&doi=10.17973%2fMMSJ.2018\\_03\\_2017104&partnerID=40&md5=cba649f67b057e3d61f5cbdb7b00d6bc](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85043382032&doi=10.17973%2fMMSJ.2018_03_2017104&partnerID=40&md5=cba649f67b057e3d61f5cbdb7b00d6bc) >. Acesso em: 21 março 2019.

GOMES JR, D.L.; REIS, P.R.J.; SILVA, A.C.P.; ARISTÓFANES; C.; GATTASS, G.B.; ARAÚJO, A.S. **An Approach for Construction of Augmented Reality Systems using Natural Markers and Mobile Sensors in Industrial Fields**. International Journal of Computers Communications & Control, v. 12, n. 4, p. 507-518, Aug 2017. ISSN 1841-9836. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000405065900005. Acesso em: 10 março 2019.

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: encontro nacional de ciência da informação, 6., 2005, Salvador. Salvador: UFBA, 2005. Disponível em: . Acesso em: 19 junho 2010.

GUERREIRO NETO, A.V.; CASTRO NETO, J.L. **Tecnologia qr code: um estudo de caso da melhoria na confiabilidade de máquinas e na comunicação**. Estagiário de Manutenção & Engenharia na Nufarm. PMKB, Fev/2017.

JIANG, JEHN-RUEY; SUBAKTI, HANAS. **Indoor Augmented Reality Using Deep Learning for Industry 4.0 Smart Factories**. Dept. of Computer Science and Electrical Engineering National Central University Taoyuan. 42nd IEEE International Conference on Computer Software & Applications. Taiwan; 2018.

LOTKA, A. J. **The frequency distribution of scientific productivity**. Journal of the Washington Academy of Sciences, v. 16, n. 12, p. 317-323, 1926.

MAGAZINE CLEVERISM. **Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment**. January 16, 2017. Disponível em : <<https://www.cleverism.com/industry-4-0/>>. Acessado em: 25 novembro 2018.

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

WESTERFIELD, G.; MITROVIC, A.; BILLINGHURST, M. **Intelligent Augmented Reality Training for Motherboard Assembly**. International Journal of Artificial Intelligence in Education, v. 25, n. 1, p. 157-172, Mar 2015. ISSN 1560-4306. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000213958900005. Acesso em: 15 maio 2019.