

APLICAÇÕES DA INTERNET DA COISAS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Jaqueline Melo dos Reis (Universidade Federal do Paraná)

jaquemdreis@gmail.com

Juliana Verga Shirabayashi (Universidade Federal do Paraná)

juliana.verga@ufpr.br



A Era 4.0 já chegou em diversas áreas do nosso cotidiano e também na indústria brasileira, a IOT especificamente vem crescendo a cada dia juntamente com outras tecnologias. Com isso, o objetivo central deste trabalho é identificar como as indústrias brasileiras têm se inserido na Indústria 4.0 por meio da aplicação da IOT. Para isso foi utilizada a revisão sistemática da literatura para identificar tais aplicações com base nos estudos dos últimos cinco anos. Como resultado, obtivemos 20 artigos que tratam sobre aplicações e a partir disso foi analisado que as principais aplicações são para monitoramento e controle de processos (14 artigos), manutenção e diagnóstico de falhas (dois artigos), comunicação e integração entre sistemas (três artigos) e identificação e rastreamento (um artigo). A partir dos estudos realizados concluímos que a IOT tem grande potencial de crescimento nas indústrias brasileiras e sua aplicação já se tornou um diferencial competitivo, mas ainda tem pouca representatividade, e além disso sua aplicação ainda se encontra focada somente em alguns setores, não explorando, portanto, sua efetiva capacidade de transformação.

Palavras-chave: IOT, IIOT, Aplicação, Indústria 4.0.

1. Introdução

O avanço das tecnologias vem se fortalecendo cada vez mais em todos os aspectos da vida das pessoas, a partir disso, observa-se um crescimento constante de tecnologias de serviços inteligentes com integração de dados como fonte de resolução de problemas, otimização e além disso, de aumento de benefícios à vida das pessoas a partir da aplicação da Internet das Coisas (*IOT*, sigla da expressão em inglês *Internet of Things*) em seus diversos setores.

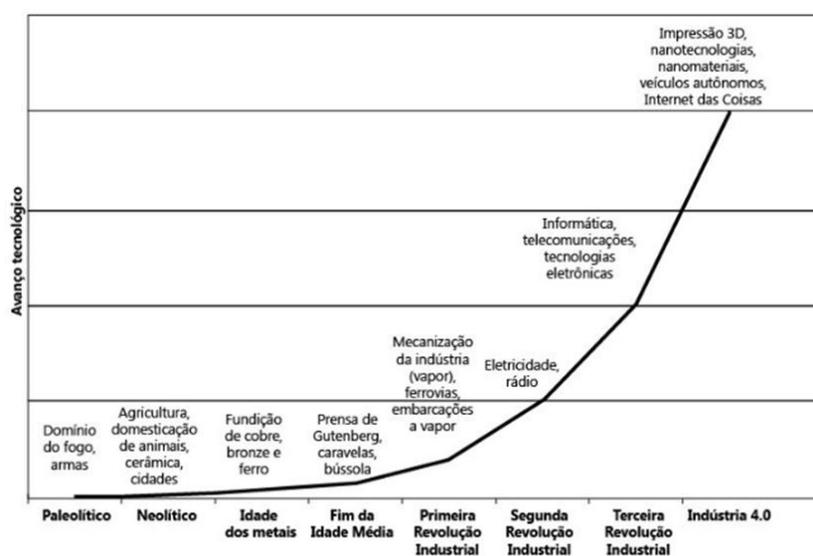
As infinitas possibilidades de aplicação da *IOT* são em sua maioria pouco exploradas, tornando-se assim, um dos principais fatores de popularização do tema nos últimos anos. Dentre as áreas de abrangência, as com maiores destaque atualmente são o comércio, medicina, meio urbano (cidades inteligentes), meio ambiente e indústria, esta última sendo o principal objeto de estudo dessa pesquisa (DIAS, 2016).

O objetivo da pesquisa consiste em executar uma revisão sistemática de literatura sobre a “Como as indústrias brasileiras têm se inserido na Indústria 4.0 por meio da aplicação da *IOT*?” em bases de dados definidas, com o intuito de propor futuros estudos e aplicações, bem como, pautar as já existentes e categorizá-las de acordo com as áreas de aplicação predominantes na indústria.

Com o passar dos anos podemos notar que a sociedade está em uma constante evolução desde seus primórdios. Esta evolução foi, e continua sendo marcada a partir das tecnologias existentes em cada período, fazendo com que ela seja o principal fator determinante dos marcos na história da humanidade.

A partir disso, Moraes e Monteiro (2016), trazem os marcos da história com base em suas revoluções tecnológicas até chegarmos na revolução que estamos vivenciando, a Indústria 4.0, também chamada de Quarta Revolução Industrial. Os avanços da tecnologia estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Revoluções tecnológicas



Fonte: Moraes e Monteiro (2016)

Com o decorrer do desenvolvimento humano e de suas invenções, é possível dizer que a tecnologia impulsionou as chamadas Revoluções Industriais, as quais tiveram como berço a Inglaterra, grande potência que no século XVIII deu início à 1ª Revolução Industrial. Esta revolução foi favorecida por conta dos aspectos econômicos, visto que, a Inglaterra possuía poder monetário que viabilizaria a implantação de fábricas, e teve como principal marco a criação da máquina a vapor (SOUZA, 2018), a qual proporcionou a substituição da força humana pela da máquina (MARTINS; LAUGENI, 2015).

Enquanto a Primeira Revolução Industrial apresentou um caráter disruptivo de mudança na cultura industrial, temos que a Segunda Revolução já se mostra com um caráter mais contínuo em relação à primeira, trazendo consigo uma característica muito forte de expansão da industrialização conforme descreve Souza (2018). Além disso, Moraes e Monteiro (2016), reforça que este avanço na indústria foi possível devido ao desenvolvimento da eletricidade e, portanto, do início do processo de distribuição de energia, transformando drasticamente os meios de produção existentes.

Assim como a Primeira Revolução, a Terceira Revolução Industrial ocorreu favorecida por fatores políticos da época, em que os países estavam envolvidos na Segunda Guerra Mundial e por conta desse fator houve a necessidade de desenvolvimento técnico-científico como garantia de proteção aos países, com isso, ocorreu o avanço das tecnologias de informação, eletrônica e comunicações, as quais nem sempre eram utilizadas de forma ética (MORAIS; MONTEIRO, 2016).

2. Revisão bibliográfica

Nesta seção, iremos apresentar uma breve revisão bibliográfica sobre os principais conceitos acerca do tema estudado neste trabalho.

2.1 Indústria 4.0

A partir das revoluções industriais podemos observar uma crescente busca por parte das empresas de se desenvolverem e buscarem melhores soluções a fim de atender as expectativas e requisitos de seus clientes, com isso, a busca e incorporação da tecnologia em processos de transformação e plantas industriais tornaram-se essenciais para a redução de tempos e movimentos, aumento da qualidade de produtos, redução de custos e incorporação da inovação dentro do ambiente empresarial, os quais além de benéficos para a empresa, se tornaram também fatores essenciais para a escolha por parte dos clientes.

O termo Indústria 4.0 foi utilizado por Klaus Schwab, para designar um programa cujo objetivo principal era automatizar e proporcionar o aumento das linhas de produção, o qual já é realidade em grande parte de países europeus e grandes potências (MORAIS; MONTEIRO, 2016).

A redefinição do conceito de Indústria 4.0 elaborada por Moraes e Monteiro (2016) complementa o objetivo de Schwab, sendo ela: “A Indústria 4.0 pode ser definida como um conjunto de modelos de negócios caracterizado pelo crescente uso de processos de digitalização e pela tendência de conectividade de interconexão de produtos; é orientada a serviços, materiais e tecnologia de processamento avançados; caracteriza-se pela existência de redes colaborativas avançadas de manufatura controlados por computadores, combinando-as em um ambiente físico-digital (ciberfísico) chamado fábrica inteligente ou *smart factory*.”

As principais tecnologias decorrentes da Quarta Revolução Industrial vieram à tona a partir do desenvolvimento da Indústria 4.0 nas empresas, dando origem portanto, ao *Big Data*, robôs autônomos, simulação, integração horizontal e vertical de sistemas, segurança cibernética, computação em nuvem, manufatura aditiva, realidade aumentada e internet das coisas (CERTISIGN, 2019), sendo esta, objeto de estudo principal da presente pesquisa.

2.2. Big data

Com o passar dos anos a internet tem se popularizado e se tornado cada vez mais acessível às pessoas e empresas, seja através de celulares, notebooks ou computadores. Esta grande quantidade de acessos gerados diariamente produz dados que são armazenados, produzindo “rastros digitais”. Segundo Alcantara (2017), essa gigante explosão de números e de dados

expostos é o que denominamos de *Big Data*, o qual traz consigo uma grande preocupação, a segurança destes dados, sendo algo ainda em estudo.

2.3. Robôs autônomos

A automação através de robôs é uma tecnologia de maior conhecimento por parte das pessoas por se tratar de algo “comum” para determinados países. Essa inovação tem por objetivo usar robôs em atividades, e através de sua programação fazer com que eles se adaptem às necessidades atuais de produção, gerando menor custo e otimização de tempo, atuando e aprendendo junto com os seres humanos (CERTISIGN, 2019).

2.4. Simulação

A simulação consiste numa representação virtual de determinado modelo, seja uma planta, uma máquina, um posto de trabalho, a fim de analisar todas as situações possíveis antes de investir um capital em algo, por isso, tem como benefício economia de tempo e custos, já que possui um caráter mais previsível (CERTISIGN, 2019).

2.5. Integração horizontal e vertical de sistemas

O processo de integração de sistemas ocorre por meio da computação em nuvem, ou seja, envio de dados de um setor e outro para a nuvem, a fim de proporcionar maior integração dos setores diminuindo tempo de processo e agilizando o processo de tomada de decisão (CERTISIGN, 2019).

2.6. Segurança cibernética

Com o advento do *Big Data* e de seus inúmeros dados coletados a segurança cibernética tornou-se um dos principais pilares da Indústria 4.0 por se tratar de uma questão que coloca em jogo a sobrevivência e manutenção da maioria das empresas, tornando-se, portanto, um fator competitivo para quem a tem (CERTISIGN, 2019).

2.7. Computação em nuvem

A computação em nuvem veio como um grande substituto para os papéis e pastas, se trata de serviços de armazenamento, rede, software entre outros pela internet, a fim de minimizar recursos e tempos de processamento de informações. É uma tecnologia que atravessou o campo industrial e já se encontra presente para o uso pessoal de diversas pessoas (MICROSOFT, [20--]).

2.8. Manufatura aditiva

O termo “Manufatura Aditiva” se designa ao uso da tecnologia de impressão 3D para produzir objetos através de um modelo digital, a qual traz como principal benefício o reduzido custo de

material para fabricação, além de redução significativa no tempo de criação de peças (LACERDA, [20--]).

2.9. Realidade aumentada

A realidade aumentada permite aos usuários uma mistura do mundo virtual com o real, a qual tem como principal objetivo proporcionar uma maior interação usuário-objeto. É muito utilizada no âmbito civil para demonstração de plantas e projetos (REALIDADE AUMENTADA, [20--]).

2.10. Internet das coisas

O termo Internet da Coisas (*IOT*, sigla da expressão em inglês *Internet of Things*) foi formulado por Kevin Ashton, o qual afirmou que os objetos do mundo físico poderiam se conectar à internet, trazendo portanto o conceito de conexão entre mundo real e virtual, o qual teve seu surgimento a partir de um sistema *RFID* (*Radio Frequency Identification* – identificação por radiofrequência) em 1999. Porém o ano do nascimento da Internet das Coisas se deu em 2009, o qual segundo a *Cisco IBSG* (*Internet Business Solutions Group*) havia mais dispositivos conectados do que a população mundial (DIAS, 2016).

Uma definição sucinta e simples sobre a Internet das coisas foi feita também pela revista Abinee-Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (2016), a qual define como: “rede de objetos identificados com endereço IP que se comunicam sem interação humana”. Esta revista complementa ainda com dados de extrema importância que refletem no potencial crescimento desta tecnologia, estimando que até 2020 cerca de 30 bilhões de dispositivos estariam conectados e teriam um crescimento médio anual de 17%.

Essas projeções são importantes pois refletem o potencial crescimento da tecnologia, bem como sua aceitabilidade no meio popular, visto que, durante um processo de mudança, a aceitabilidade do público é fator decisivo para o sucesso ou fracasso de uma tecnologia inovadora.

Dentre as diversas aplicações de mercado, algumas são descritas no Quadro 1 de acordo com seus respectivos nichos de atuação (DIAS, 2016).

Quadro 1 – Aplicações da IOT

Nichos de Negócios	Aplicações
Bens de Consumo	<i>Smartphones</i>
	<i>Smart House</i>
	<i>Smart Car</i>
	<i>Smart TV</i>
<i>eHealth</i>	<i>Fitness</i>
	Bioeletrônica
	Cuidados na saúde
Transporte Inteligente	Notificação das condições do tráfego
	Controle inteligente de rotas
	Monitoramento remoto do veículo
	Coordenação das rodovias
	Integração inteligente das plataformas de transporte
Distribuição de energia	Acompanhamento das instalações de energia
	Subestações inteligentes
	Distribuição de energia automática
	Medições remotas dos relógios residenciais
Casas Inteligentes	Segurança residencial
	Controle inteligente dos equipamentos residenciais
	Economia de energia
	Medições remotas do consumo
Distribuição e Logística	Controle de inventário
	Gerenciamento na distribuição
	Rastreabilidade
	Plataformas de serviços logísticos públicos
	<i>Smart e-commerce</i>
Segurança Pública	Monitoramento da segurança pública
	Monitoramento no transporte de cargas perigosas e químicas
	Monitoramento das estruturas de construções de utilização pública
Gestão da Agricultura e dos recursos naturais	Utilização dos recursos para agricultura
	Gerenciamento quantitativo no processo da produção
	Monitoramento ambiental para a produção e o cultivo
	Gerenciamento da qualidade
	Segurança e rastreabilidade dos produtos agrícolas
Indústria e manufatura	Controle dos processos de produção
	Monitoramento das condições ambientais
	Rastreamento dos produtos manufaturados dentro da cadeia de abastecimento
	Monitoramento do ciclo de vida dos produtos
	Segurança na manufatura
	Controle da poluição
	Economia de energia

Fonte: Adaptado de Dias (2016)

Apesar das diversas aplicações e possíveis modelos de negócios, em sua grande maioria estas aplicações ainda se encontram distantes. A grande conexão de dispositivos conectados segundo

Dias (2016) provém em sua maioria de *e-Health*s, visto que relógios inteligentes se popularizaram ao longo dos últimos anos.

2.11. Internet industrial das coisas (IIOT)

No nicho da Indústria e Manufatura, é utilizado o termo *IIOT* (*Industrial Internet of Things*) para designar a implantação da *IOT* dentro da indústria. Esta implantação vem crescendo rapidamente e se tornando um critério competitivo entre as grandes empresas.

Dias (2016) apresenta um estudo sobre a estimativa do potencial econômico para cada nicho de aplicação da *IOT*, em que o nicho com menor expectativa é o de escritórios com expectativa de 150 bilhões de dólares, enquanto o ramo da indústria apresenta maior expectativa com 3700 bilhões de dólares, dado que reflete a importância de estudo do tema e busca por inovações que alavanquem os resultados e melhore as condições de trabalho dentro das empresas.

3. Metodologia

A metodologia utilizada foi a revisão sistemática da literatura, a qual busca avaliar e pontuar as principais pesquisas realizadas fornecendo ao pesquisador dados necessários para reunir informações pertinentes ao tema de acordo com o objetivo pretendido.

A revisão sistemática de literatura se caracteriza como uma pesquisa secundária baseada na literatura (COURSERA, 2020) sendo esta utilizada para interpretar e avaliar toda pesquisa disponível para uma questão de estudo específica.

Segundo Faria (2016), a partir da contextualização do estudo e de uma análise do tema estudado é possível compreender o atual estado da arte e conseqüentemente trazer contribuições para a sociedade e comunidade acadêmica.

A revisão sistemática foi estruturada com base nas etapas propostas por Kitchenham (2004), sendo então dividida em 3 fases distintas: planejamento, execução e finalização.

Com base na estrutura definida, o planejamento foi dividido em 4 sub-etapas, sendo elas: definição das questões de pesquisa e bases de dados, busca em bases definidas, definição de filtros de pesquisa e por fim, elaboração de critérios de inclusão e exclusão.

Dentro da fase inicial de planejamento definiu-se como questão de pesquisa: Como as indústrias brasileiras têm se inserido na Indústria 4.0 por meio da aplicação da *IOT*?

Antes de ser aplicado o primeiro filtro de pesquisa foi analisado a quantidade de pesquisas existentes sobre *IOT* nas bases selecionadas.

Para realizar as pesquisas foram escolhidas as seguintes bases de dados: Portal de periódicos da Capes; Anais ENEGEP; Google acadêmico. Das bases escolhidas somente o Google acadêmico apresentou resultados que possibilitassem o estudo, o Portal de periódicos da Capes e Anais ENEGEP não apresentaram resultados após aplicação do primeiro filtro de pesquisa. Como filtros de pesquisa foram utilizadas as combinações entre as palavras-chave “*IOT*” AND “*IOT*” AND “aplicação” em todas as bases selecionadas.

Para selecionar os artigos que contemplassem a questão de pesquisa, os critérios de inclusão selecionados foram: pesquisas em português, publicadas a partir de 2015 e publicações completas disponíveis em meio eletrônico.

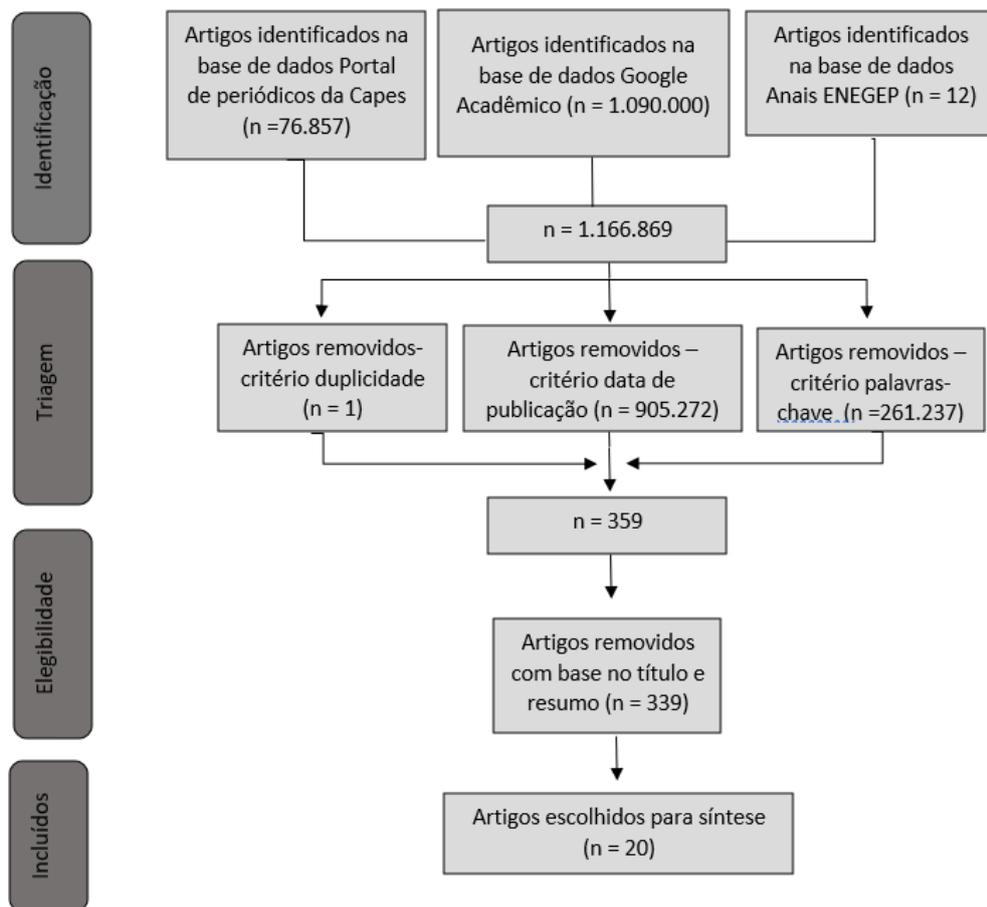
Durante a fase de execução da revisão sistemática foi realizada mais uma seleção com base no título e resumo dos estudos selecionados, o qual foi utilizado como critério de exclusão das pesquisas os seguintes cenários: as que não eram aplicadas na indústria; pesquisas que não eram sobre aplicação da *IOT*; ou que estavam duplicadas.

Após ser realizada a leitura parcial dos artigos (título e resumo) foi analisado na íntegra todos os artigos selecionados conforme os critérios citados anteriormente, e compiladas as principais tecnologias aplicadas, bem como as áreas internas da indústria que vêm sendo atingidas por essa inovação.

4. Resultados e discussões

Antes de serem aplicados os critérios de inclusão e exclusão foram identificados 1.166.869 artigos, e após serem aplicados todos os filtros e feita a seleção foram encontrados apenas vinte e três artigos que se referenciavam à aplicação da *IOT* na indústria, conforme apresentado na Figura 2 por meio do fluxograma PRISMA.

Figura 2 – Fluxograma do processo de seleção baseado no PRISMA *Flow Diagram*

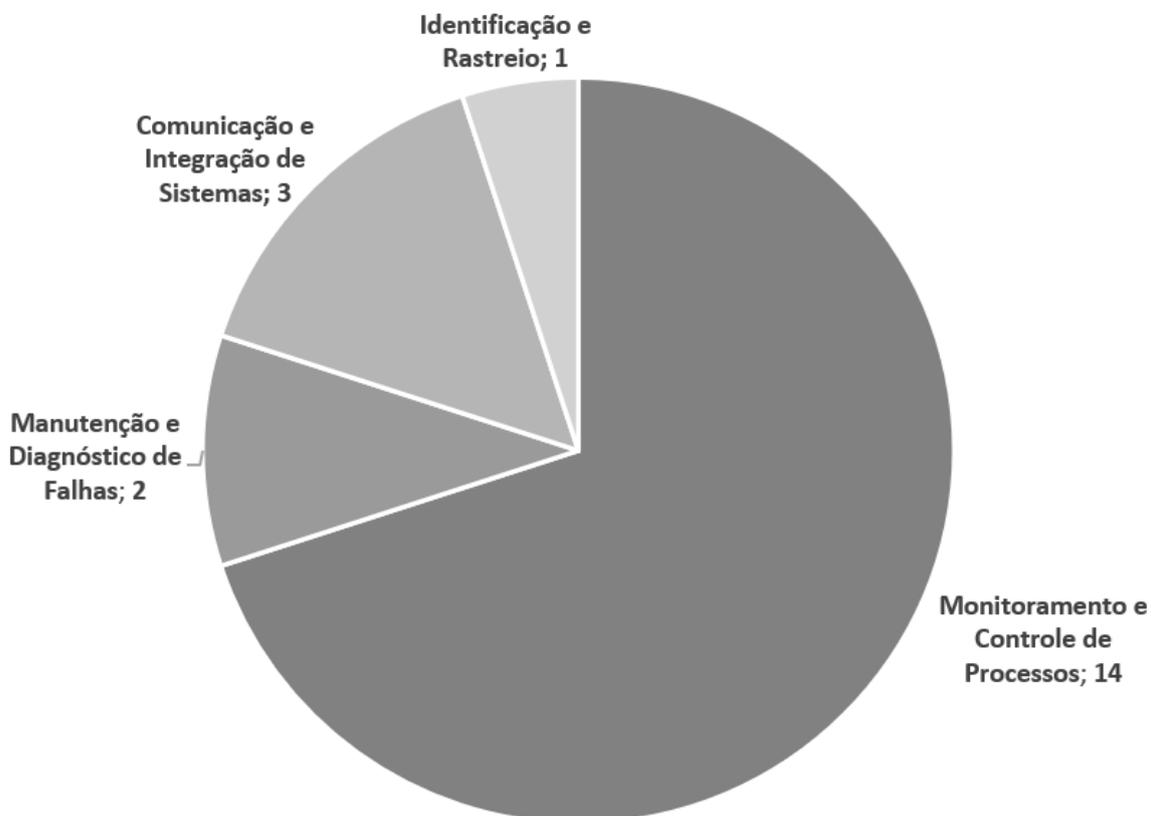


Fonte: Adaptado de Santos et al (2019)

A partir da análise dos artigos que foram incluídos para a revisão, podemos observar que de 20, as principais tecnologias da *IOT* utilizadas no âmbito industrial são para comunicação e integração de sistemas, identificação e rastreamento, manutenção e diagnóstico de falhas e monitoramento e controle de processos industriais.

Dentre os 20 artigos que se enquadraram para a revisão, 14 deles trazem aplicações da Internet das coisas na indústria voltado para monitoramento e controle de processos industriais, dois para manutenção e diagnóstico de falhas, três para comunicação e integração de sistemas e um para identificação e rastreamento. As informações citadas acima podem ser visualizadas a partir do Gráfico 1.

Gráfico 1 – Quantidade de artigos sobre aplicações da *IOT* na indústria e suas áreas



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Para obter maior profundidade de estudo foi escolhido um artigo de cada área encontrada, a fim de expor a descrição do artigo bem como os principais benefícios atingidos a partir da aplicação realizada. Os resultados encontram-se dispostos no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição e benefícios da aplicação da *IOT* com base nos artigos selecionados da revisão

Referência	Área de aplicação	Tema	Descrição	Benefícios encontrados
Melo e Vieira (2016)	Monitoramento e controle de processos industriais	Desenvolvimento de um Sistema de Telemetria utilizando conceitos de IOT	Coleta e a análise dos dados utilizando computação na nuvem, aplicado na indústria de manufatura de couro	Melhoria na produtividade e redução de custos
Santos (2019)	Manutenção e Diagnóstico de Falhas	MEMP – Método de manutenção preditiva aplicado em máquinas de solda industriais	Aplicação para coletar dados em tempo real de uma máquina e criar previsões acerca de possíveis falhas futuras	Previsões acerca de possíveis falhas futuras
Steinmetz (2018)	Comunicação e integração de sistemas	Uma abordagem para a integração de Sistemas Industriais Aplicando o Conceito de Internet das Coisas e de Modelos Semânticos no Contexto da Indústria 4.0	Integração automatizada a partir de modelos semânticos, que possibilita que usuários modelem sistemas em alto nível	Extensão para um middleware IoT a fim de poder-se trabalhar com esses modelos de forma automatizada
Costa (2017)	Identificação e rastreo	Smartlog: Uma arquitetura para rastreamento de blocos em estaleiros navais	Proposta de arquitetura baseada em <i>Internet of Things (Iot)</i> utilizando RFID e GPS para identificação e rastreo de blocos em estaleiros	Visualizar a localização de um bloco, extrair relatórios logísticos de eventos ocorridos

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

5. Considerações finais

Por se tratar de um tema relativamente novo, temos que a aplicação efetiva da Internet das coisas em alguns setores caminha mais rápido do que em outros, como exemplo disto, vemos que a maioria das aplicações são executadas para automação residencial e saúde a qual vem se popularizando, porém no âmbito industrial ainda existem algumas barreiras que tornam a implantação mais vagarosa e tardia.

Dentro do aspecto fabril a interferência existente entre máquinas e equipamentos tecnológicos de conexão de dados são um dos motivos que resultam na dificuldade de implantação de sistemas inteligentes, e também a insegurança na manipulação e armazenamento de dados obtidos colocam em risco a Internet Industrial das Coisas.

A revisão sistemática realizada fornece informações extremamente importantes para a economia e indústria brasileira, visto que, a partir do estudo dos materiais e pesquisas disponíveis, identificou-se as principais aplicações da *IOT* que vêm sendo implantadas na indústria brasileira.

Dentre os 359 artigos relacionados à *IOT* apenas 20 classificam-se como aplicações ou propostas de aplicação, em que 14 representam aplicações voltadas para monitoramento e controle de processos, dois para manutenção e diagnóstico de falhas, três para comunicação e integração de sistemas e um para identificação e rastreamento.

A partir da revisão sistemática, temos que, a indústria brasileira ainda caminha a passos lentos para a real implantação da Internet das Coisas no meio industrial, bem como, outras tecnologias relacionadas a Indústria 4.0. A quantidade de estudos encontrados reforça a necessidade e aprimoramento de estudos e técnicas inovadoras no ambiente industrial, além disso, reflete que a aplicação ainda se encontra centralizada em áreas específicas.

6. Agradecimentos

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ABINEE. **IOT Mais do que uma onda**. Revista Abinee, São Paulo, v. 7, n. 86, p. 14-15, jun. 2016. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/revista/86/#20>. Acesso em: 10 mar. 2020.

ALCANTARA, Larissa Kakizaki de. Big Data e a Internet das Coisas. In: ALCANTARA, Larissa Kakizaki de. **Big Data e Internet das Coisas: Desafios da Privacidade e da Proteção de Dados no Direito Digital**. São Paulo: [s.n.], 2017. Cap. 1. p. 149-183. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/?asin=B07577SWTQ>. Acesso em: 10 mar. 2020.

COSTA, Thiago Manuel Fortunato da. **Smartlog: Uma arquitetura para rastreamento de blocos em estaleiros navais**. 2017. 88 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia da Computação, Universidade

Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/7728>. Acesso em: 28 mar. 2020.

Coursera. **Revisão Sistemática e Meta-análise**. Disponível em: <https://www.coursera.org/learn/revisao-sistematica/home/info>. Acesso em: 28 abr. 2020.

DIAS, Renata Rampim de Freitas. Introdução à Internet das Coisas. In: DIAS, Renata Rampim de Freitas. **Internet das Coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios**. Uma nova inteligência para os negócios. São Paulo: Netpress Books, 2016. Cap. 1. p. 380-393. Disponível em: <http://ler.amazon.com.br/>. Acesso em: 13 mar. 2020.

DIAS, Renata Rampim de Freitas. Negócios com Internet das Coisas. In: DIAS, Renata Rampim de Freitas. **Internet das Coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios**. Uma nova inteligência para os negócios. São Paulo: Netpress Books, 2016. Cap. 2. p. 402-441. Disponível em: <http://ler.amazon.com.br/>. Acesso em: 13 mar. 2020.

FARIA, Paulo M.. Introdução. In: FARIA, Paulo M.. **Revisão Sistemática da Literatura: contributo para um novo paradigma investigativo**. Contributo para um novo paradigma investigativo. Santo Tirso, Portugal: Whitebooks, 2016. Cap. 1. p. 68-98. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/?asin=B01C5Y24ES>. Acesso em: 28 abr. 2020.

KITCHENHAM, Barbara. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. [s. l.]: [s.n.], 2004. Disponível em: http://artemisa.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/spi/kitchenham_2004.pdf. Acesso em: 28 abr. 2020.

LACERDA, Daniel. **Manufatura aditiva: saiba o que é e o que ela representa**. Disponível em: <https://3dlab.com.br/o-que-e-manufatura-aditiva/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. Administração da Produção/Operações. In: MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. Cap. 1. p. 2-3.

MICROSOFT. **O que é computação em nuvem?** Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-cloud-computing/#uses>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MORAIS, Roberto Ramos de; MONTEIRO, Rogério. O que é a Indústria 4.0? In: MORAIS, Roberto Ramos de; MONTEIRO, Rogério. **Indústria 4.0: impactos na gestão de operações e logística**. IMPACTOS NA GESTÃO DE OPERAÇÕES E LOGÍSTICA. São Paulo: Mackenzie, 2019. Cap. 1. p. 87-204. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/?asin=B07YGNV6TG>. Acesso em: 10 mar. 2020.

PORTAL DE ASSINATURAS CERTISIGN. **Indústria 4.0: conheça as tecnologias que estão revolucionando o setor e o mercado.** 2019. Disponível em: <https://blog.portaldeassinaturas.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

REALIDADE AUMENTADA BRASIL. **O que é Realidade Aumentada?** Disponível em: <http://www.realidadeaumentadabrasil.com.br/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

SANTOS, Diogo Manoel Pereira dos. **MEMP – Método de manutenção preditiva aplicado em máquinas de solda industriais.** 2018. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, Am, 2018. Disponível em: 200.129.163.19/bitstream/prefix/5706/3/TCC_DiogoSantos.pdf. Acesso em: 28 mar. 2020.

SANTOS, Luana Machado dos; MEIRELES, Daniela Sousa Guedes; GOMES, Daniela Almeida; ROCHA, Santiago Meireles. APLICABILIDADE DAS TÉCNICAS DE IMPRESSORAS 3D NO CONTEXTO DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 4.0 NAS DIVERSAS INDÚSTRIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019, Santos, Sp. **Anais [...]**. [s. L.]: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2019. p. 1-16. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_295_1669_39209.pdf. Acesso em: 27 mar. 2020.. Acesso em: 17 mar. 2020.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES, 34., 2016, Santarém, Pa. **Desenvolvimento de um Sistema de Telemetria utilizando conceitos de IOT.** [s. l.]: Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, 2016. 4 p. Disponível em: <http://sbprt.org.br/sbprt2016/anais/ST02/1570267704.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

SOUZA, Erick Rr. Uma breve abordagem das outras três revoluções que já aconteceram na indústria. In: SOUZA, Erick Rr. **Entenda sobre indústria 4.0.** [s.l.]: Desconhecida, [20--?]. p. 93-124. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/?asin=B07K2D49RL>. Acesso em: 10 mar. 2020.

STEINMETZ, Charles. **Uma Abordagem para a Integração de Sistemas Industriais Aplicando o Conceito de Internet das Coisas e de Modelos Semânticos no Contexto da Indústria 4.0.** 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rs, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/180113/001070007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 mar. 2020.