

Aplicação da *Internet* das Coisas na área de transporte: uma revisão de literatura

Lorena Carvalho da Paz, Fabiano Oscar Drozda, José Eduardo Pécora Júnior, Monique Schneider Simão, Roza Maria Zoellner Lopes

Resumo: Um artigo de revisão de literatura possui o objetivo de identificar características sobre determinado tema e como ele está sendo abordado na literatura. Portanto, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a aplicação da *internet* das coisas (IoT) na área de transporte. A *internet* das coisas (IoT) é uma infraestrutura de redes baseadas na comunicação de "coisas" físicas e virtuais que são integradas na rede de informação. A pesquisa resultou em 37 artigos e 12 foram selecionados, pois atendiam ao escopo do trabalho. A busca demonstrou que a aplicação da IoT em transporte é recente e pouco utilizada pois existem alguns desafios que precisam ser superados, porém é um campo promissor.

Palavras chave: Internet das Coisas, Indústria 4.0, Transporte.

Internet of things application in transport area: a literature review

Abstract: A literature review article aims to identify characteristics about a particular theme and how it is being approached in the literature. Therefore, this article aims to conduct a literature review on the application of the Internet of Things (IoT) in the area of transportation. The Internet of Things (IoT) is a network infrastructure based on the communication of physical and virtual "things" that are integrated into the information network. The research resulted in 37 articles and 12 were selected because they met the scope of the work. The search showed that the application of IoT in transport is recent and little used because there are some challenges that need to be overcome, but it is a promising field.

Key-words: Internet of Things, 4.0 Industry, Transport.

1. Introdução

A *internet* das coisas é a tecnologia que permite dispositivos se conectarem as redes de internet já existentes e se comunicarem autonomamente com esta rede e com outros dispositivos (Adams, 2017).

Chuir, Löffler e Roberts (2010) ressaltam que a sua implementação pode trazer melhorias significativas em muitos segmentos, como exemplo de seus benefícios pode-se destacar o aumento da probabilidade de venda através da percepção da preferência de compra de determinado cliente mais rapidamente e do ajuste do preço do produto de acordo com outras variações que podem ser obtidas de forma instantânea; no ambiente industrial a utilização de sensores nos equipamentos possibilita a obtenção de respostas mais assertivas, maior velocidade e prevenção contra riscos, pois com o monitoramento constante pode-se tomar medidas preventivas, e conseqüentemente, obtém-se uma maior eficiência no processo.

Os autores também destacam a importância da IoT para a competitividade das empresas, pois se as organizações não se atualizarem quanto a implementação dessa nova tecnologia, seus concorrentes o farão conseguindo aprimorar e/ou reduzir seus custos. A IoT é uma tecnologia emergente que é considerada como a tecnologia mais importante em

evolução (NORD e PALISZKIEWICZ, 2019).

Mesmo sendo recente, esta nova tecnologia vem mudando diversos setores da economia entre eles a manufatura, energia, agricultura, e transportes como aponta a pesquisa realizada por Sousa (2018). Porém, as incertezas relacionadas aos custos e benefícios, à confiabilidade, além da falta de motivação externa influenciam a incorporação desta tecnologia nas empresas, reduzindo seu potencial de expansão (Tu, 2018).

Um dos ramos de aplicação da *internet* das coisas é o setor de transportes, onde a IoT tem o potencial de resolver problemas clássicos como o de roteamento, segurança, fluxo e rastreamento.

Por isso, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a *internet* das coisas no setor de transporte, a fim de identificar o que já vem sendo implementado, bem como seus benefícios e possíveis fraquezas e riscos para a área.

O artigo está estruturado em 6 partes. Além desta Seção que realiza uma introdução sobre o tema, a Seção 2 contém a contextualização da *internet* das coisas, a Seção 3 contém a metodologia da pesquisa realizada. As Seções 4 e 5 contém os artigos utilizados para dar suporte ao estudo e os desafios e tendências dessa tecnologia. Por fim, tem-se a conclusão na Seção 6.

2. Internet das Coisas

Sundmaeker et al. (2010) definem a *internet* das coisas como uma rede de máquinas/equipamentos interligadas que recolhem informações encaminhando-as para computadores onde os dados serão tratados, assim, automatizando e agilizando tarefas.

Atzori e Morabito (2010) ressaltam que a *internet* das coisas pode levar a certa confusão quanto ao seu real significado, sendo que o primeiro termo é voltado para a rede e o segundo para objetos que serão interligados, sendo que sua aplicação mais voltada para uma definição ou outra está associada ao interesse das corporações que a utilizam, porém, não se pode esquecer que a junção desses dois termos pode romper os conceitos de inovação na área da tecnologia da informação.

Na *internet* das coisas, objetos como máquinas, estradas, marca-passos, entre outros são conectados através de sensores à redes com e sem fio, levando a um expressivo volume de informações que são enviados à computadores que tratam essas informações, isso significa que pode-se coletar dados sobre a realidade de forma mais precisa e eficiente, pois a resposta entre coleta e análise de dados se torna muito mais rápida, e diversos sistemas de informação já estão utilizando a IOT (CHUI, LÖFFLER e ROBERTS, 2010). A integração de sensores, etiquetas de radiofrequência e tecnologias de comunicação servem como base da IoT e explica como uma variedade de objetos físicos e dispositivos podem ser associados à internet e podem permitir que esses objetos e dispositivos se comuniquem uns com os outros para alcançar objetivos comuns (van Kranenburg et al., 2011; He e Xu, 2014).

A função dos sensores na IoT têm o objetivo de receber e guardar os dados, sendo que a camada de sensores pode ser para diversos fins, como temperatura, umidade, densidade, entre outros (SHEE ET AL, 2018).

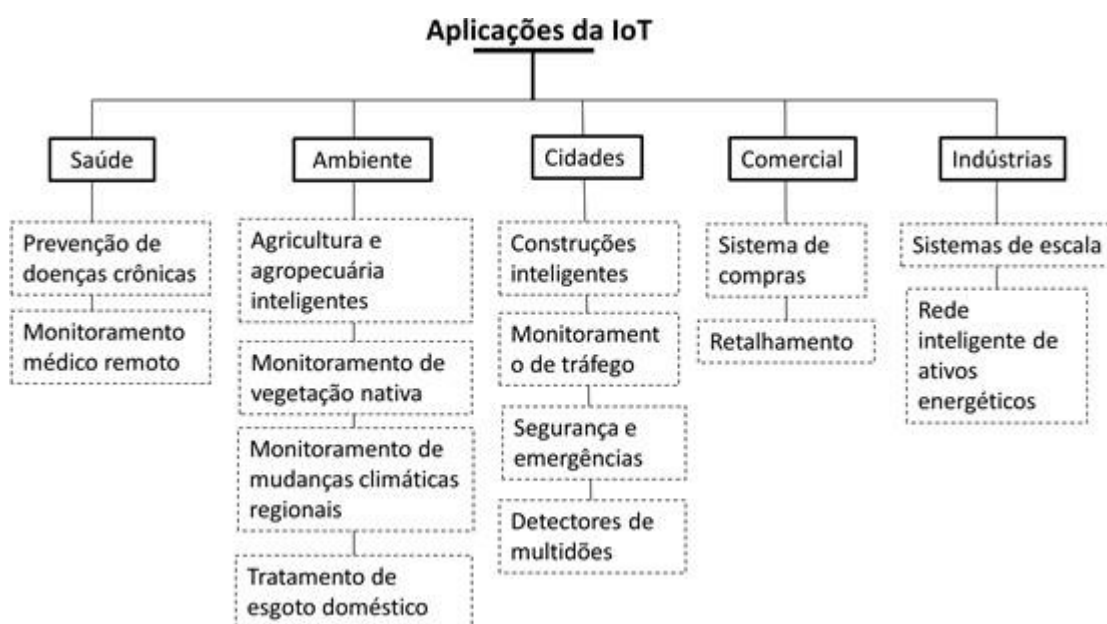
A implementação da IoT no meio organizacional pode trazer inúmeros benefícios devido a grande quantidade e precisão dos dados obtidos, porém, é necessário levar em

consideração sua correta aplicabilidade, bem como, ponderar os riscos de sua utilização, pois será necessário realizar mudanças estruturais drásticas nos ambientes que podem gerar reações inesperadas que precisam ser calculadas (BROUS e HERDER, 2019).

Shee et al. (2018) ressaltam que a utilização da *internet* para a conexão entre objetos estão levando a inovações em diversas áreas como na computação, tecnologia da informação, eletrônica, entre outros.

Gubbi, Marusic e Palaniswami (2013) destacam os desafios que a implementação da *internet* das coisas precisa enfrentar para que haja uma correta aplicação, como o tratamento eficiente dos dados coletados, privacidade e segurança .

Na figura 1 foram apresentadas algumas atividades onde a IoT vêm sendo aplicada.



Fonte: Adaptado de Asghari et al. (2019)

Figura 1 - Aplicações da IoT

Destacam-se também as aplicações que envolvem de sub-ramos da *internet* das coisas dentre os quais está a *internet* das nano coisas, que diz respeito à conexão entre nano partículas e moléculas. Em Miraz et al. (2018) encontra-se diversos exemplos de aplicações desta tecnologia em setores como:

- Farmacocinética de medicamentos;
- Detecção e controle de compostos químicos em concentrações extremamente baixas;
- Melhora da sensibilidade de equipamentos *touch screen* e de detecção de movimento.

3. Metodologia

A fim de identificar características e a aplicação da *internet* das coisas na área de transporte foi realizada uma revisão de literatura sobre a utilização da *internet* das coisas (IOT) em transportes veiculares.

A pesquisa foi dividida em três partes: definição das palavras chaves e da base de dados, definição dos parâmetros de pesquisa e leitura e seleção dos artigos. A base de dados utilizada foi a *Web of Science* e as palavras de busca foram: “*Internet of things*” e “*Transp**” (o asterisco é utilizado para obter todas as derivações possíveis do sufixo), utilizando o operador “and” para filtrar a aplicação simultânea dos dois termos.

Como critério de data de publicação foi realizada a pesquisa sem limitação, para abranger todos os trabalhos sobre o tema.

Quanto ao tipo de trabalho foram selecionados os artigos e *reviews* que posteriormente foram filtrados com base nas categorias: *MANAGEMENT, ENGINEERING MANUFACTURING, MULTIDISCIPLINARY SCIENCES, MATHEMATICS INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS, COMPUTER SCIENCE ARTIFICIAL INTELLIGENCE, TRANSPORTATION SCIENCE TECHNOLOGY, BUSINESS, OPERATIONS RESEARCH MANAGEMENT SCIENCE, ENGINEERING MULTIDISCIPLINARY, AUTOMATION CONTROL SYSTEMS e ENGINEERING INDUSTRIAL* para descartar a sua utilização em transportes de outros gêneros.

A busca resultou em 37 artigos onde após realizar a seleção baseada no título, resumo e leitura na íntegra dos trabalhos 12 foram selecionados pois atendiam ao escopo da pesquisa.

4. Resultados

A seguir, a tabela 1 apresenta os artigos selecionados e a sua contribuição.

Título	Autores	Ano	Resumo do artigo
<i>Improved locating algorithm of railway tunnel personnel based on collaborative information fusion in Internet of Things</i>	YANG.	2017	Implementou um algoritmo que utiliza internet das coisas para reconhecimento e rastreamento do movimento no interior de túneis. O método, que também emprega as tecnologias da identificação de frequência (RFID) e da informação colaborativa (CCD), mostrou-se efetivo no rastreamento de objetos.
<i>Internet of Things: Geographical Routing based on healthcare centers vicinity for mobile smart tourism destination</i>	ALMOBAIDEEN et al.	2017	Desenvolveu um método para traçar rotas turísticas que se adequem às condições médicas de pacientes com doenças crônicas ou que requerem monitoramento constante. O modelo, que seleciona as rotas com melhores conexões de rede e com maior número de centros de saúde, utiliza a internet das coisas para atualizar o centro de saúde mais próximo quanto ao status da saúde do turista.
<i>Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains</i>	HADDUD et al.	2017	Realizou-se uma pesquisa online com participantes localizados em diferentes países para analisar o impacto da internet das coisas na cadeia de suprimentos. Os benefícios da IoT mais citados foram maior visibilidade e transparência da tecnologia, o potencial de

			<p>rastreamento de produtos, e controle de inventário. Já os desafios apontados foram, entre outros, a segurança e vulnerabilidade dos dispositivos e da rede, a dificuldade de obter equipe capacitada, e a integração tecnológica.</p>
<p><i>An Internet of Things for Manufacturing (IoTfM) Enterprise Software Architecture</i></p>	<p>NGUYEN & DUGENSKE.</p>	<p>2018</p>	<p>Propôs uma arquitetura para conectar os equipamentos de manufatura utilizando o protocolo <i>Message Queue Telemetry Transport</i>. Esta arquitetura visa: o monitoramento, a análise, e a caracterização do processo; e possibilita: melhora nas tomadas de decisão e feedback de alto nível. A arquitetura proposta ainda tem como vantagens o baixo custo e flexibilidade.</p>
<p><i>Inference of vehicular traffic in smart cities using machine learning with the internet of things</i></p>	<p>REID et al.</p>	<p>2017</p>	<p>Aborda o problema de tráfego, utilizando sensores em estradas para coletar e posteriormente processar os dados com um algoritmo de aprendizado de máquinas para otimização de sinalização.</p>
<p><i>CRITICAL SUCCESS FACTORS OF INTERNET OF THINGS APPLICATIONS IN TAIWAN'S INTERNATIONAL COMMERCIAL PORTS</i></p>	<p>SHEE et al.</p>	<p>2018</p>	<p>Foi realizada uma pesquisa com especialistas para definir quais os fatores de sucesso para utilização da internet das coisas em um porto em Taiwan, tendo como principal fator o Desenvolvimento da Tecnologia(TD) , em especial o TD1 (a unificação mundial de padronização de dados) e o TD4 (computação em nuvem combinada com conhecimento profissional).</p>
<p><i>Research on Solid Waste Transfer Strategy Based on Internet of Things</i></p>	<p>LIU.</p>	<p>2018</p>	<p>Utilização da Internet das coisas em transporte de resíduos sólidos no problema de programação de veículos para repassar informações relevantes para a programação do transporte, visando maximizar a coleta e diminuir a utilização de energia.</p>
<p><i>Impact assessment of the Internet of Things on feeder transit performance</i></p>	<p>CHANDRA et al.</p>	<p>2018</p>	<p>Estudo realizado em um sistema de transporte público de DRT(Planejamento eficiente para o trânsito com resposta à demanda), comparando o DRT com e sem utilização da internet das coisas, com o intuito de diminuir o tempo de espera dos passageiros, mas sem ter que utilizar os ônibus em ciclos menores de tempo, mostrando que com a implementação do IOT pode-se obter uma redução de 58% em desutilidade (custo relacionado à qualidade do serviço com base no tempo de espera) das operações.</p>
<p><i>How the Internet of Things can help knowledge management:</i></p>	<p>UDEN & HE.</p>	<p>2016</p>	<p>Estudo realizado para discutir benefícios da incorporação da Internet das Coisas (IoT) na captura de dados e melhoria do serviço de</p>

a case study from the automotive domain

estacionamento inteligente, visto que alguns sistemas atuais de gerenciamento de conhecimento não podem ser usados para tomada de decisão por falta de dados em tempo real.

An Internet-of-Things solution for food safety and quality control: A pilot project in China

LIU et al.

2016

Este documento apresenta um projeto piloto na China: a Internet das Coisas Agrícolas (AIoT abreviado). Os chineses enfrentam um problema de segurança alimentar pois os suprimentos de alimentos são descentralizados em muitas regiões e agências, o que dificulta a supervisão dos negócios. Com a ajuda das tecnologias da Internet das Coisas, o fornecimento de alimentos pode se tornar mais transparente e seguro.

A visualization platform for internet of things in manufacturing applications

BI et al.

2016

Apresentação de uma plataforma de visualização para controlar e monitorar redes de sensores sem fio (WSNs) em aplicações de manufatura. Pode acomodar diferentes sistemas operacionais e integrar novos plug-ins desenvolvidos em várias linguagens, como Java, C, C++ e Matlab.

An intelligent tracking system based on internet of things for the cold chain

LUO et al.

2016

Ao integrar a Internet das Coisas e as tecnologias de rastreamento, esse artigo propõe um sistema de rastreamento inteligente, que é projetado para alcançar um eficaz e rápido monitoramento de mercadorias na cadeia de frio ao menor custo e com a maior capacidade de rede e protocolos mais simples.

Fonte: Elaboração própria (2019)

Tabela 1 - Síntese dos trabalhos analisados

Segundo Chandra, Naik e Galbeno (2018), o celular é um importante exemplo de equipamento que pode ser utilizado na área de transporte por causa de seu potencial de comunicação.

Os autores ainda expõem a importância da *internet* das coisas na área de transporte de passageiros, pois com a sua utilização as pessoas podem reduzir a quase zero seu tempo de espera do transporte público, aumentando a sua satisfação e com isso, pode levar a um aumento de sua utilização, já que em países como os Estados Unidos o uso do transporte coletivo está caindo ao longo dos anos devido ao tempo de espera dos passageiros, e com isso, há o aumento do uso de carro particular, que é prejudicial também ao meio ambiente.

Em seu estudo, Shee et al. (2018) expõe que a *internet* das coisas tem um papel muito importante em portos para realizar a interação entre partes essenciais do sistema de transporte como controle inteligente de tráfego, comunicação entre os veículos e a melhor

administração das frotas, mas que porém, os estudos sobre a implementação da IOT nessa área ainda são escassos.

Liu (2018) destaca que o problema de coleta de resíduos sólidos é importante na gestão urbana pela qualidade de vida dos moradores e problemas ambientais, sendo que a internet das coisas pode ser uma ferramenta estratégica para melhorar a eficiência desses sistemas de coleta, maximizando o número de coletas e diminuindo o gasto com energia, sendo que esse estudo pode ser reproduzido em diferentes sistemas de coleta/entrega pois se trata de um problema de programação de veículos.

Sensores e outras tecnologias são capazes de transmitir e receber em tempo real dados. Empresas que usam a IoT podem reunir informações sobre seus produtos e entender o comportamento futuro de vendas. Os produtos podem monitorar e relatar por conta própria condições e ambientes, ajudando a gerar *insights* anteriormente indisponíveis seu desempenho e uso. A combinação de dados de monitoramento e capacidade de controle remoto cria novas oportunidades para otimização. O resultado é um sistema eficiente e funcional em todos os níveis de serviço e tudo isso é visto como vantagem competitiva para a empresa, segundo Uden e He (2016).

No caso da IoT implantada na agronomia, foi vista a necessidade de implantar o AIoT em mais cenários de aplicativos. Além disso, embora a confiabilidade dos dados possa ser garantida pela extensão da tecnologia eletrônica de pedigree, os dados gerados em uma cadeia de suprimentos podem ser visualizados por todos em plataforma, o que pode ser o maior obstáculo para implantar o AIoT em mais cenários de aplicativos.

Foi confeccionado um gráfico para demonstrar as publicações sobre o tema segundo o ano:

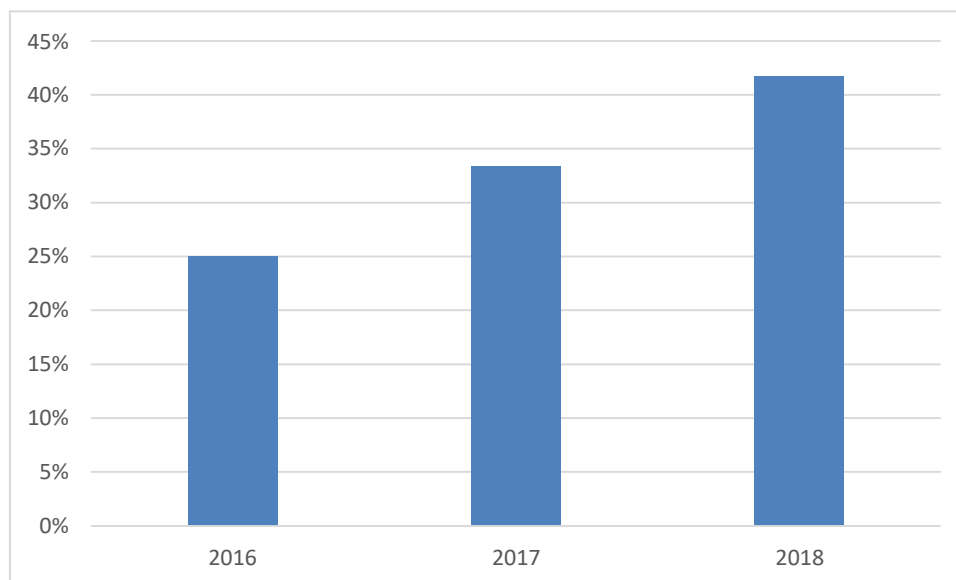


Figura 2 - Evolução do tema

Como pode ser observado na figura 2, o tema é recente, tendo sua primeira publicação em 2016.

6. Conclusão

Este artigo teve por objetivo apresentar uma perspectiva sobre as pesquisas existentes de *internet* das coisas. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura sobre como a aplicação da internet da coisas na área de transporte tem sido estudada e quais desafios identificados mais significativos nessa tecnologia. No total, foram selecionados 12 artigos sobre o tema, na base de dados “*Web of Science*” publicadas no período entre 2016 e 2018.

As aplicações encontradas na literatura sobre a IoT no transporte foram na área da saúde, automobilismo, resíduos sólidos, portuária, tráfego, sensores de radiofrequência, aplicativos, turismo, transporte público e cadeia de suprimentos.

O estudo do estado da arte contribui para solidificar o conhecimento sobre o tema e para o desenvolvimento de novas pesquisas na área. A análise das publicações ao longo dos anos possui o objetivo de verificar se o tema é recente e sua evolução. Esta análise permitiu constatar que as publicações quanto ao tema em estudo tratam-se de uma tecnologia disruptiva pois, apesar de recente e pouco empregada, já ocasionou grandes impactos em diferentes áreas.

Referências

ADAMS, M. Big Data and Individual Privacy in the Age of the Internet of Things. **Technology Innovation Management Review**, v.7, n.4, p. 12–24, 2017. <https://doi.org/10.22215/timreview/1067>.

ALMOBAIDEEN, W.; KRAYSAN, R.; ALLAN, M.; SAADEH, M. Internet of Things: Geographical Routing based on healthcare centers vicinity for mobile smart tourism destination. **Technological Forecasting and Social Change**. v. 123, p. 342-350, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.016>.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. **Computer networks**, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.

Brous, P., Janssen, M., & Herder, P. (2019). The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. **International Journal of Information Management**.

CHANDRA, Shailesh; NAIK, R. Thirumaleswara; GALBENO, Luana. Impact assessment of the Internet of Things on feeder transit performance. **Transportation Planning and Technology**, v. 41, n. 8, p. 830-844, 2018.

CHUI, Michael; LÖFFLER, Markus; ROBERTS, Roger. A internet das coisas. **McKinsey Quarterly**, v. 2, n. 2010, p. 1-9, 2010.

HADDUD, A.; DESOUZA, A.; KHARE, A.; LEE, H. Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. **Journal of Manufacturing**

Technology Management, v. 28, n. 8, p. 1055-1085, 2017. <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2017-0094>.

JIANG, Ming; LIU, Zhenyu. Research on Solid Waste Transfer Strategy Based on Internet of Things. **Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics**, v. 22, n. 7, p. 1104-1108, 2018.

NGUYEN, V.; DUGENSKE, A. An Internet of Things for Manufacturing (IoTfM) Enterprise Software Architecture. **Smart and Sustainable Manufacturing Systems**, v. 2, n. 2, p. 177-189, 2018. <https://doi.org/10.1520/SSMS20180026>.

Nord, J. H., Koohang, A., & Paliszkievicz, J. (2019). The Internet of Things: Review and theoretical framework. **Expert Systems with Applications**.

REID, Allan Roger; PÉREZ, César Raúl Cárdenas; RODRÍGUEZ, David Muñoz. Inference of vehicular traffic in smart cities using machine learning with the internet of things. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 12, n. 2, p. 459-472, 2018.

SHEE, Tan-Shou et al. CRITICAL SUCCESS FACTORS OF INTERNET OF THINGS APPLICATIONS IN TAIWAN'S INTERNATIONAL COMMERCIAL PORTS. **Journal Of Marine Science And Technology-Taiwan**, v. 26, n. 4, p. 487-495, 2018.

SOUSA, M.J. The impact of the Internet of things on global trade: a multiple-case study on multinationals. **Transnational Corporations Review**, v.10, n.2, p. 108-114, 2018. <https://doi.org/10.1080/19186444.2018.1475076>.

SUNDMAEKER, Harald et al. Vision and challenges for realising the Internet of Things. **Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, European Commission**, v. 3, n. 3, p. 34-36, 2010.

TU, M. An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management. **International Journal of Logistics Management**, v. 29, n. 1, p. 131-151, 2018. <https://doi-org.ez22.periodicos.capes.gov.br/10.1108/IJLM-11-2016-0274>.

YANG, O. Improved locating algorithm of railway tunnel personnel based on collaborative information fusion in Internet of Things. **Transactions of the Institute of Measurement and Control**, v.39, n.4, p. 446-454, 2017. <https://doi.org/10.1177/0142331217690219>.

UDEN, L.; He, W. How the Internet of Things can help knowledge management: a case study from the automotive domain. **Journal Of Knowledge Management**, v.21, n. 1 (SI), p. 57-70, 2016.

VAN KRANENBURG, R., ANZELMO, E., BASSI, A., CAPRIO, D., DODSON, S. AND RATTO, M. (2011), **A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID**. Disponível:

<www.researchgate.net/profile/Matt_Ratto/publication/228360933_The_Internet_of_Things/links/0912f513755ebd1e87000000.pdf> Acesso em 30 Jul 2019).

He, W. and Xu, L.. Integration of distributed enterprise applications: a survey, **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, Vol. 10 No. 1, pp. 35-42, 2014.

LIU, Y.; HAN, W.; ZHANG, Y.; ET AL. An Internet-of-Things solution for food safety and quality control: A pilot project in China. **Journal Of Industrial Information Integration**. v: 3, p. 1-7, 2016.

BI, ZHUMING; WANG, GUOPING; XU, LI DA. A visualization platform for internet of things in manufacturing applications. **Internet Research**. v: 26, n: 2, p.377-401, 2016.

LUO, H.; ZHU, M.; YE, S.; ET AL. An intelligent tracking system based on internet of things for the cold chain. **Internet Research**. v: 26, n: 2, p. 435-445, 2016.