

INTERVENIÊNCIAS SOBRE A TEMÁTICA FÍSICO-CIBERNÉTICA EM TEMPOS DE INDÚSTRIA 4.0

Eder Junior Alves (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS)

ederjr@yahoo.com

Washington Moreira Cavalcanti (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS)

washington.cavalcanti@hotmail.com

Resumo

Os sistemas produtivos tornam-se mais complexos com o passar do tempo. O objetivo deste estudo é auxiliar os interessados nas mudanças tecnológicas da Indústria 4.0, analisando as interveniências relacionadas as principais abordagens que a 4ª. Revolução Industrial apresenta. Esta pesquisa acadêmica utilizou o método da teoria fundamentada para direcionar a coleta dos dados, sendo os *tweets* (micro comentários) do *Twitter* o repositório fonte. A frase *Industry 4.0* (Indústria 4.0) foi o parâmetro utilizado para extração. Os resultados indicaram que a *internet das coisas* (*Internet of Things* - IoT) é, sem dúvida, o conceito mais utilizado pelas pessoas quando comentando sobre a Indústria 4.0 no *Twitter*. A inteligência artificial (*Artificial Intelligence* - AI), identicamente, ocupa posição de destaque entre os temas mais citados. Concluiu-se que existe uma relação entre a manufatura e as novas tecnologias digitais englobadas pela Indústria 4.0. Negócios e inovação encontram-se numa faixa intermediária, e, assim, se analisar por um âmbito geral, questões técnicas relacionadas as categorias IoT e a IA possuem maior interesse nas discussões dos usuários em relação aos processos de negócios e inovação.

Palavras-Chave: Indústria 4.0; Físico-Cibernética; Ciberfísico; IoT; Internet das coisas

1. Introdução

O objetivo deste artigo, fundamentado na revisão da literatura e coleta de dados no *Twitter*, é auxiliar os pesquisadores e profissionais envolvidos com as mudanças tecnológicas da Indústria 4.0. Este trabalho justifica-se pela busca dos fatores chaves e principais temas que emergem nesta nova revolução industrial.

Desde que a primeira revolução industrial com motores acionados por pistão em cilindro fechado impulsionado por vapor passou a dominar as confecções têxteis na Grã-Bretanha, no final do século 18, muitos avanços tecnológicos movem a produção industrial global. As tarefas realizadas, à mão, por tecelões, passam a ser aglomeradas em fábricas de algodão.

Pode-se considerar o início da produção em massa a segunda revolução. Nesta fase, os produtos passam a ser padronizados, exigindo participação de mão de obra especializada. A demanda é estável e a linha de montagem é especializada e pouco flexível. O *lead time* é baixo e o estoque

à disposição do cliente é estratégia para o pronto atendimento. Esta revolução ocorre no início do século 20, sendo Henry Ford sua principal referência. As fabricas Ford configuraram a linha de montagem em movimento.

As duas primeiras revoluções industriais tornaram as pessoas urbanas e economicamente inseridas na sociedade capitalista moderna. Com o avanço da tecnologia da informação a manufatura torna-se digital, iniciando a terceira revolução industrial. Assim, o mercado tem à disposição materiais e processos inovadores, *softwares* com algoritmos mais preciso, robôs com mais funcionalidades, impressão tridimensional e uma variedade de serviços oferecidos pela *internet*.

Com esta perspectiva histórica, as revoluções industriais seguiram um caminho evolutivo no campo da mecanização (1ª Revolução Industrial), do uso intensivo da energia elétrica (2ª Revolução Industrial) e da digitalização generalizada (3ª Revolução Industrial) (LASI; KEMPER, 2014). Na 4ª. Revolução Industrial, entretanto, se faz possível observar que, efetivamente, é a nova transformação da fabricação por meio da digitalização e exploração de potenciais de novas tecnologias (ROJKO, 2017). Trata-se da evolução e junção dos conceitos fabris que objetivam facilitar a obtenção de resultados e o alcance dos objetivos (FREITAS *et al.*, (2016) estratégicos organizacionais.

Definido este novo ambiente empresarial, surgem os sistemas físico-cibernético (*Cyber Physics Systems – CPS*) e a nova geração de tecnologias com capacidades computacionais e físicas integradas, podendo interagir com humanos por meio de novas modalidades.

Assim, esta pesquisa busca analisar o problema encontrado pelas organizações contemporâneas devido a necessidade de adoção e adaptação ao arcabouço destas novas tecnologias que se apresentam estruturadas sob a categoria Indústria 4.0. Nesta perspectiva, busca-se responder quais são os temas principais e as interveniências envolvidos com a abordagem da Indústria 4.0?

A seguir apresenta-se a revisão da literatura, buscando argumentos para o entendimento da temática do estudo. A próxima seção detalha o método de pesquisa e seu processo de execução, adotando a pesquisa qualitativa e o método da teoria fundamentada. A análise dos resultados vem em seguida, e por fim, as considerações finais do estudo.

2. Revisão da literatura

Nesta linha de raciocínio, argumenta-se que as novas possibilidades para interagir e expandir as capacidades do mundo físico por meio da computação, comunicação e controle é um elemento chave para futuros desenvolvimentos tecnológicos (BAHETI; GILL, 2011).

Os sistemas Físico-Cibernéticos ou Ciberfísicos são integrações de computação com processos físicos. Computadores e redes integrados monitoram e controlam os processos físicos, geralmente com *loops de feedbacks*, em que os processos físicos afetam os cálculos e vice-versa. Como um desafio intelectual, o sistema físico-cibernético é sobre a interseção, não a união, física e cibernética (LEE, EDWARD A., 2010), ultrapassando domínios discretos e contínuos. O domínio discreto ocorre quando a faixa de opção é exata. No domínio contínuo as opções variam de zero ao infinito (STUDY.COM, 2018).

Os domínios representativos de aplicação do sistema físico-cibernético incluem dispositivos e sistemas médicos, automóveis, robótica, aviação e outras infraestruturas críticas. Devido à criticidade destes sistemas, muitas vezes eles são obrigados a ser de alta confiança (ZHANG *et al.*, 2013). Oportunidades e desafios para novas pesquisas incluem o projeto e o desenvolvimento de aviões de última geração, veículos espaciais, veículos a gás e elétrico (híbrido), condução urbana totalmente autônoma e próteses que permitem sinais cerebrais para seu controle (BAHETI; GILL, 2011). Desta forma, a Indústria 4.0 abre oportunidades e cria desafios para as organizações contemporâneas.

2.1. Indústria 4.0

Nos países produtores, a elevação dos custos com transportes e energia, os riscos políticos, sociais e ambientais e a elevação dos salários (DISTLER *et al.*, 2014) associaram-se às pressões por qualidade mais alta, maiores diversidades de produtos. Tais transformações nos levam a chamada Indústria 4.0, caracterizada pelos grandes avanços da tecnologia da informação ao longo de toda a cadeia de suprimentos (AZMEH; NADVI, 2014). Foi na Alemanha que o termo “*Industry 4.0*” foi empregado pela primeira vez, e, são justamente, os Alemães que se encontram na vanguarda desta revolução industrial, servindo como primeira iniciativa para inspiração de outras (ROJKO, 2017).

A integração da digitalização com a operação industrial resultou no conceito de Indústria 4.0, em alusão ao que seria a 4ª Revolução Industrial. Está característica engloba, não somente a integração, o controle da produção por meios de sensores e equipamentos conectados em rede e fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas Ciberfísicos. Ainda assim, e, de forma incremental, ocorre a aplicação da inteligência artificial (*Artificial Intelligence - AI*).

Nesse contexto de indústria inteligente, máquinas e insumos se relacionam cognitivamente ao longo das operações industriais com elevada escala e flexibilidade no processo de fabricação. Esta relação ocorre de forma relativamente autônoma e integrada (FREITAS; FRAGA; SOUZA, 2016).

Os impactos desta integração ciberfísica, segundo a *National Science Foundation*, estarão muito além de ganhos de produtividade no chão de fábrica. A quarta revolução industrial poderá reduzir os prazos para lançamento de novos produtos no mercado, aumentando a flexibilidade das linhas de produção e adequando a produção em massa. Assim, permite a comunicação instantânea entre diferentes elos da cadeia produtiva e o desenvolvimento de sistemas de automação flexíveis (CORMAN *et al.*, 2018).

Consolidando os diversos temas que englobam a Indústria 4.0, apresenta-se o Quadro 1 que mostra as principais funcionalidades classificadas em tecnologias de *hardware* e *software*.

Quadro 1 - Elementos da Indústria 4.0

Indústria 4.0	
Tecnologia	Funcionalidade
<i>Hardware</i>	Dispositivos móveis
	Sensores Inteligentes
	Interfaces avançadas de interação Humana
	Impressão 3D
	Interação de várias plataformas
	Realidade aumentada e <i>Wearables</i>
<i>Software</i>	Plataforma IoT (<i>internet</i> das coisas)
	Tecnologias de localização geográfica
	Autenticação e detecção de fraudes
	Análise de Big Data e algoritmos avançados
	<i>Cloud Computing</i>

Fonte: Adaptado de Geissbauer, Vedso e Schrauf (2016)

Para 2020, futuro próximo, a previsão é que aproximadamente 50 bilhões de dispositivos estarão conectados à *internet*, tal número demonstra a importância e o progresso da Indústria 4.0 para o setor industrial. O objetivo é chegar à fábrica inteligente (*Smart Manufacturing*) que se caracteriza pela capacidade de adaptação, a eficiência dos recursos e ergonomia e a integração de clientes e parceiros de negócios em processos (SANTOS, 2015).

Estima-se que até o ano de 2025, os processos associados à Indústria 4.0 podem reduzir os custos de manutenção de equipamentos entre 10% e 40%, reduzir o consumo de energia entre 10% e 20% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25% de acordo com a operação industrial (MANYIKA *et al.*, 2015). Estes dados são promissores, entretanto, para sua concretização, faz-se necessário analisar questões tecnológicas presentes em temas como a IoT.

2.2. IoT

A IoT surgiu dos avanços de várias áreas como de sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento. Compreende uma extensão da *internet* atual, proporcionando aos objetos maior capacidade computacional e de comunicação ao se conectarem à *internet*. Para Chaouchi (2010), a IoT converge para a combinação de diversas tecnologias

complementares, viabilizando a integração dos objetos no ambiente físico. O Quadro 2 mostra os blocos básicos para se construir esta abordagem:

Quadro 2 - Elementos e blocos básicos da IoT

Blocos básicos	Descrição
Identificação	É um dos blocos mais importantes, visto que é primordial identificar os objetos unicamente para conectá-los à <i>internet</i> . Tecnologias como <i>Radio-Frequency IDentification</i> (RFID), <i>Near Field Communication</i> (NFC) e endereçamento <i>Intellectual Property</i> (IP) podem ser empregados para identificar os objetos.
Sensores/Atuadores	Sensores coletam informações sobre o contexto em que os objetos se encontram e, em seguida, armazenam/encaminham esses dados para <i>data warehouse</i> , <i>clouds</i> ou centros de armazenamento. Atuadores podem manipular o ambiente ou reagir de acordo com os dados lidos.
Comunicação	Diz respeito às diversas técnicas usadas para conectar objetos inteligentes. Desempenha papel importante no consumo de energia dos objetos sendo, portanto, um fator crítico. Algumas das tecnologias usadas são WiFi, Bluetooth, IEEE 802.15.4 e RFID.
Computação	Inclui a unidade de processamento (micro controladores, processadores e <i>Field-Programmable Gate Array</i> (FPGAs) responsáveis por executar algoritmos locais nos objetos inteligentes.
Serviços	A IoT pode prover diversas classes de serviços, dentre elas, destacam-se os Serviços de Identificação, responsáveis por mapear Entidades Físicas (EF) (de interesse do usuário) em Entidades Virtuais (EV).
Semântica	Refere-se à habilidade de extração de conhecimento dos objetos na IoT. Trata da descoberta de conhecimento e uso eficiente dos recursos existentes na IoT, a partir dos dados existentes, com o objetivo de prover determinado serviço.

Fonte: Adaptado de Chaouchi (2010)

Peterson e Davie (2011) definiram que a principal característica das redes de computadores é a sua generalidade, significando que elas são construídas sobre dispositivos e não são customizadas para fins específicos, tais como as redes de telefonia e televisão (TV). A IoT tem alterado aos poucos o conceito de redes de computadores, neste sentido, é possível notar a evolução do conceito. Neste contexto, e, hodiernamente, a principal característica das redes de computadores é a analogia com a *internet* em que as coisas terão habilidades de comunicação umas com as outras (PETERSON; DAVIE, 2011). Os objetos, ao estabelecerem comunicação com outros dispositivos, manifestam o conceito de rede, a principal vertente da IoT.

A unidade básica de *hardware* para um dispositivo IoT, de acordo com Ruiz *et al.* (2004), apresentará uma das seguintes características:

- a) unidade(s) de processamento;

- b) unidade(s) de memória;
- c) unidade(s) de comunicação e;
- d) unidade(s) de sensor(es) ou atuador(es).

Novos desafios surgem a medida que são criadas aplicações para IoT. Press (2014) e Wang *et al.* (2015) citam que os dados providos pelos objetos podem apresentar imperfeições que poderão ser reparados no futuro. Nesta visão dos autores, a IoT será a nova revolução da tecnologia da informação, não entendida como o fim, mas um meio de alcançar a computação ubíqua. Assim, neste ambiente digital configurado pelo avanço da computação e tecnologias associadas, as empresas terão que adequar-se para seguir adiante.

2.3. Manufatura na era digital

A manufatura na era digital é uma iniciativa que busca alcançar objetivos estratégicos para fortalecer a integração dos principais processos das empresas. Segundo Miller (2005), as empresas buscam abordagens e soluções para áreas bem delimitadas de negócios, na manufatura digital existem poucas alternativas com potencial para transformar os negócios, tornando o ambiente mais competitivos.

A forma como os produtos consumidos passarão a ser fabricados passa por uma transformação radical. A manufatura na era digital, associado ao conceito de indústria 4.0, impõe a *internet* das coisas para as empresas. O que era apenas imagem futurística está acontecendo em tempo real, máquinas conversando entre si e com seres humanos. Abrem as possibilidades de tomada de decisões e coleta de dados em um ambiente multidimensional em que o volume dos bancos de dados alcança números inimagináveis a pouco tempo atrás, o Big Data assume papel preponderante nos relatórios executivos das firmas.

Ainda nesta ótica, o *Asset Intelligence Network* (AIN) ou *Facebook* das máquinas torna-se uma plataforma baseada em nuvem para manutenção de equipamentos. Os fabricantes das máquinas e proprietários de ativos se unem e criam um ambiente digital. As peças que estavam em manutenção, ao chegarem às máquinas, estarão carregadas com informações específicas, controlando os equipamentos em função do que será necessário para seu melhor funcionamento. A verificação da capacidade dos equipamentos realizarem o processo de manufatura torna-se *online*.

A capacidade direciona vários processos organizacionais. O documento divulgado pelo Fórum Econômico Mundial (WEF, 2012) descreve que a capacidade de inovar e fazê-lo em ritmo acelerado é, talvez, o mais importante fator de sucesso de empresas e países no futuro. Nesta

perspectiva, e, no contexto da tecnologia digital, o universo da manufatura proporciona ganhos de escala.

Assim, a manufatura na era digital caracterizada pelo uso intensivo de tecnologias digitais de forma a permitir o rápido desenvolvimento e fabricação de novos produtos, resposta rápida a demanda e a melhoria e adequação em tempo real da produção e de suas cadeias de valor. A conhecida manufatura inteligente (*Smart Manufacturing*) reflete os dois lados da inovação tecnológica, a inovação de produto e a inovação de processo (LIND; FREEDMAN, 2012).

Um conceito complementar a manufatura inteligente, proposta por Porto *et al.* (2002), é a manufatura virtual. Ao implementar este sistema produtivo alerta-se, entretanto, para o desafio em desenvolver tecnologias novas e melhoradas, integrando-as com as existentes para criar ambientes de manufatura virtual abrangentes e interoperáveis (PORTO *et al.*, 2002).

Outro impacto percebido a partir das transformações causadas pela indústria na era digital está associado a cadeia de valor e na relação entre as empresas parceiras em torno do portfólio de produtos. a cadeia de valor funciona com os mesmos conceitos de uma rede social. Por meio de uma plataforma digital, podem interagir com o portfólio, deixando comentários, impressões e avaliações sobre os produtos.

Neste ambiente empresarial cada vez mais digital, aberturas cibernéticas sempre ocorrem e é a nova realidade. No entanto, com a resiliência, as organizações podem responder com agilidade aos ataques cibernéticos (AGRANOVICH, 2017). Assim, apesar dos ataques prejudicarem a produtividade, a organização continua e precisa responder aos ataques, gerando poder e progredindo com a comercialização de seus produtos e serviço. Nesta ótica, percebe-se a importância da gestão de riscos cibernéticos no ambiente da Indústria 4.0, em especial, os relacionados com a IoT.

Em suma, novas tecnologias vinculadas a IoT, possibilitando expansão e interação com o mundo real por meio da computação, comunicação e controle estão entre os principais constructos que precisam ser analisados e compreendidos por pesquisadores e empresários. Os procedimentos metodológicos desenvolvidos por esta pesquisa para fornecer este conhecimento são apresentados na seção seguinte.

3. Método de pesquisa

Esta pesquisa acadêmica utilizou o método da teoria fundamentada para coletar os dados nos comentários do *Twitter*, utilizando a frase “*Industry 4.0*” como fator de extração. Trata-se de um método que utiliza procedimentos sistemáticos de coleta e análise dos dados para gerar,

elaborar e validar fenômenos ou processos sociais. Em geral, este método é utilizado para gerar teorias substantivas. Contudo, neste artigo utilizamos apenas a categoria principal denominada Indústria 4.0 para extrair os dados do *Twitter*. A teoria fundamentada nos dados busca apresentar coerência nos dados e resultados (STRAUSS; CORBIN, 1990), generalizando as ocorrências do fenômeno.

Neste contexto, a teoria fundamentada nos dados é um método de pesquisa para interpretar a realidade a partir dos significados definidos pelos indivíduos às suas experiências (CHARMAZ, 2008). As questões de pesquisa, definição de problema e validação de construção são semelhantes à pesquisa de testes de hipóteses (EISENHARDT, 1989).

O modelo de Gioia propõe uma teoria fundamentada nos dados baseada em explicações que fazem sentido e que dão sentido. Fazer sentido significa construir e reconstruir para entender a natureza (GIOIA; CHITTIPEDDI, 1991) do tema estudado. O processo de tentar influenciar esta construção e reconstrução entre as partes, significando redefinição da realidade organizacional que dará sentido (GIOIA; CHITTIPEDDI, 1991).

Assim, optou-se por realizar os procedimentos de extração no *Twitter* e analisar as palavras com maior ocorrência, identificando os temas mais mencionados e próximos da categoria Indústria 4.0

3.1. Coleta de dados do *Twitter*

A escolha de extrair os comentários do *Twitter* já não é mais novidade. O excesso de confiança por meio da tonalidade nas mensagens do *Twitter* dos *Chief Executive Officers* (CEOs) foi medido por Lee, Hwang e Chen (2017), concluindo que os CEOs utilizam linguagem mais otimista no *Twitter*. Carrasco e Michelin (2017) concentraram em informações publicadas no *Twitter* por associações de consumidores e sindicatos para tecer considerações sobre como o ativismo no *Twitter* pode prejudicar a reputação das empresas.

O processo baseia-se em importar os documentos para um banco de dados estruturado, uma unidade hermenêutica de análise. A frase *Industry 4.0* em inglês foi utilizada na extração devido a quantidade superior de mensagens neste idioma. Para viabilizar este procedimento é preciso ter uma conta válida no *Twitter* e fornecer *login* e senha quando for executar a consulta. Pode configurar o período em dias que deseja extrair os comentários. Nesta pesquisa utilizou-se as datas entre 11 e 18 de fevereiro de 2018. A Figura 1 mostra os comentários e colunas com informações da procedência destes comentários como autor, data e local de envio.

Figura 1 – Micro comentários importados do *Twitter*

Date/Time	Tweet	Hashtags	Type	Reply to	Author	Author's real ...
...8/2018 8:36 PM	Feb 28 - Industr...		Tweet		aagefontario	AAGEF Ontario
...8/2018 8:33 PM	Digital Way Vent...	blockchain tech In...	Tweet		EdorasLYN	Edoras
...8/2018 8:32 PM	Digital Way Vent...	blockchain tech In...	Tweet		favoriot	favoriot
...8/2018 8:30 PM	Digital Way Vent...	blockchain tech In...	Tweet		apakatakatau	Apa Kata Kalau
...8/2018 8:28 PM	Digital Way Vent...	blockchain tech In...	Tweet		favoriot	favoriot
...8/2018 8:28 PM	Digital Way Vent...	blockchain tech In...	Tweet		mazlan_abbas	Dr. Mazlan Abbas
...8/2018 8:26 PM	Industry 4.0: Re...	coffee	Tweet		ZhouBrock	Juergen Brock
...8/2018 7:51 PM	To gain traction ...	Industry Africa D...	Tweet		FredrickMandiz1	Fredrick Mandizv...
...8/2018 7:29 PM	Executives from ...	industry4	Tweet		sjcrisp	Simon Crisp
...8/2018 7:18 PM	One smart IoT p...		Tweet		gizen12	Tobias Giese
...8/2018 7:06 PM	DigitMe2 offers L...		Tweet		businessgov	Business Suppor...
...8/2018 7:00 PM	Industry 4.0, is ...		Tweet		XemelgoInc	Xemelgo
...8/2018 6:57 PM	Industry 4.0: Ho...		Tweet		fernandonaranjo	Fernando Naranjo
...8/2018 6:55 PM	Paving the Way ...		Tweet		applerubber	Apple Rubber
...8/2018 6:54 PM	China's "Made in ...		Tweet		bbclaybar	bruce barclay

Estimated 1820 Tweets

Import Data Cancel

Fonte: Elaborado pelos autores

Observe que foram extraídos 1820 *tweets* ou micro comentários do *Twitter*, com o intuito de, por meio da utilização do *software* MAXQDA, impetrar análises. Os dados são apresentados dentro do ambiente de desenvolvimento em formato de planilha, contendo diversas informações que serão exploradas na seção seguinte na análise dos resultados.

4. Análise dos resultados

A análise dos resultados baseou-se na análise da frequência das palavras. A Tabela 1 mostra a classificação das 25 palavras com maior ocorrência no documento que compoem os dados extraídos do *Twitter*. Conforme já mencionado, estes dados são basicamente comentários denominados micro comentários.

Tabela 1 – Frequência das palavras nos comentários do *Twitter*

Palavra	Frequência	Classificação
<i>iot</i>	696	1
<i>industry40</i>	344	2
<i>manufacturing</i>	344	2
<i>digital</i>	247	4
<i>technology</i>	242	5
<i>pacific</i>	241	6
<i>business</i>	226	7
<i>ai</i>	191	8
<i>new</i>	190	9
<i>management</i>	166	10
<i>innovation</i>	160	11
<i>future</i>	151	12
<i>cloud</i>	149	13
<i>iiot</i>	135	14

<i>global</i>	131	15
<i>buffer</i>	124	16
<i>world</i>	124	16
<i>linkedin</i>	122	18
<i>marketing</i>	121	19
<i>tech</i>	119	20
<i>logistics</i>	118	21
<i>mobile</i>	117	22
<i>smart</i>	115	23
<i>data</i>	113	24
<i>automation</i>	112	25

Fonte: elaborado pelos autores

Observa-se que a temática *Internet of Things* (IoT) é sem dúvida a mais comentada pelas pessoas ao citar a Indústria 4.0. A AI ocupa posição de destaque. A Figura 2 mostra o relatório de nuvem de palavras que foram geradas advindas da Tabela 1 de frequência.

Figura 2 – Nuvem de palavras mais citadas nos comentários extraídos do *Twitter*



Fonte: Elaborado pelos autores

6. Conclusões

O relatório da frequência das palavras contidas nos dados extraídos do *Twitter* com o uso da frase *Industry 4.0* mostram que ao se falar da 4ª. Revolução Industrial menciona-se IoT na maioria dos comentários. Este fato comprova a literatura consultada dar ênfase nesta temática.

Analisando as primeiras colocações na classificação da Tabela 1, infere-se que existe uma relação entre a manufatura e as novas tecnologias digitais da Indústria 4.0. Os negócios e a inovação encontram-se numa faixa intermediária, e, assim, se analisar por um âmbito geral, conclui-se que questões técnicas relacionadas a IoT e a IA.

A extração dos comentários do *Twitter* foi obtida com a configuração temporal de uma semana. Isso pode ser considerada uma limitação por que nesta semana falou-se mais sobre um tema do que outro, podendo não ser sempre assim. Novas pesquisas podem coletar uma faixa maior de comentários ao longo de alguns meses para obter resultados mais genéricos.

REFERÊNCIAS

AGRANOVICH, Boris. **Breaking Into Cyber Security**. 2017.

AZMEH, Shamel; NADVI, Khalid. Asian firms and the restructuring of global value chains. **International Business Review**, v. 23, p. 708–717, 2014.

BAHETI, Radhakisan; GILL, Helen. Cyber-physical Systems. In: ANNASWAMY, T. SAMAD AND A.M. (Org.). **The Impact of Control Technology**. IEEE Control Systems Society, 2011.

CHAOUCHI, Hakima. **The Internet of Things: connecting objects to the web**. First ed. London: ISTE ltd, 2010.

CHARMAZ, C. Constructionism and the Grounded Theory. In: HOLSTEIN, J. A.; GUBRIUM, J. F. (Org.). **Handbook of Constructionist Research**. New York: The Guilford Press, 2008. p. 397–412.

CORMAN, DAVID *et al.* **Cyber-Physical Systems (CPS)**. Disponível em: <https://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=503286>. Acesso em: 23 fev. 2018.

DISTLER, Jessica *et al.* Apparel at a Crossroads: the end of low-cost-country Sourcing. **The Boston Consulting Group**, p. 14, 2014.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989.

FREITAS, Matheus Menna Barreto Cardoso De; FRAGA, Manoela Adriana de Farias; SOUZA, Gilson P. L. De. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. **Caderno PAIC**, v. 17, n. 1, p. 237–261, 2016.

GEISSBAUER, Reinhard; VEDSO, Jesper; SCHRAUF, Stefan. **Industry 4.0: building the digital enterprise**. 2016.

GIOIA, Dennis A.; CHITTIPEDDI, Kumar. Sensemaking and Sensegiving in Strategic Change Initiation. **Strategic Management Journal**, v. 12, n. 6, p. 433–448, 1991.

GOMEZ-CARRASCO, Pablo; MICHELON, Giovanna. The Power of Stakeholders' Voice: The Effects of Social Media Activism on Stock Markets. **Business Strategy and the Environment**, v. 26, n. 6, p. 855–872, 2017.

LASI, Heiner; KEMPER, Hans-Georg. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 4, p. 239–242, 2014.

LEE, Edward A. CPS Foundations. Proceedings of the **47th Design Automation Conference (DAC)**. Anaheim, USA: 2010. p. 737–742.

LEE, Joon Mahn; HWANG, Byoung-Hyoun; CHEN, Hailiang. Are founder CEOs more overconfident than professional CEOs? Evidence from S&P 1500 companies. **Strategic Management Journal**, v. 38, n. 3, p. 751–769, 2017.

LIND, Michael; FREEDMAN, Joshua. **Value Added: America's manufacturing future**. . Washington: 2012.

MANYIKA, James *et al.* **Unlocking the potential of the Internet of Things**. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

MILLER, Ed. **Marrying product and process design**. Disponível em:

<<http://www.americanmachinist.com/machining-cutting/marrying-product-and-process-design>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

PETERSON, Larry L.; DAVIE, Bruce S. **Computer Networks**. 5. ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2011.

PORTO, Arthur José Vieira *et al.* Manufatura Virtual: conceituação e desafios. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 3, p. 297–312, 2002.

PRESS, Gil. **Internet of Things By The Numbers: market estimates And forecasts**. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/08/22/internet-of-things-by-the-numbers-market-estimates-and-forecasts/#7e8bad02b919>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

ROJKO, Andreja. Industry 4.0 Concept: Background and Overview. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v. 11, n. 5, p. 77–90, 24 jul. 2017.

RUIZ, Linnyer Beatrys *et al.* Arquiteturas para Redes de Sensores Sem Fio. **22º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores**. 2004. p. 167–218.

SANTOS, Paulo Roberto Dos. **Você está preparado para viver a revolução da indústria 4.0?** Disponível em: <<http://computerworld.com.br/tecnologia/2015/03/25/voce-esta-preparado-para-viver-a-revolucao-da-industria-4-0>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

STRAUSS, A. L.; CORBIN, J. M. **Basics of qualitative research: grounded theory procedures and techniques**. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 1990.

STUDY.COM. **Discrete and Continuous Domains: Definition and Examples**. Disponível em: <<https://study.com/academy/lesson/discrete-continuous-domains-definition-examples.html>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

WANG, Feng *et al.* A Survey from the Perspective of Evolutionary Process in the Internet of Things. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 11, n. 3, p. 1–9, 2015.

WEF. **The Future of Manufacturing: opportunities to drive economic growth**. 2012.

ZHANG, YU *et al.* High Fidelity Virtualization of Cyber-Physical Systems. **International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing**, v. 4, n. 2, 2013.