



RELISE

## INDUSTRIA 4.0 E A SUSTENTABILIDADE ORGANIZACIONAL<sup>1</sup>

### 4.0 INDUSTRY AND ORGANIZATIONAL SUSTAINABILITY

*Fabricio Pacheco Lima<sup>2</sup>*

*Robson Seleme<sup>3</sup>*

*Marcelo Gechele Cleto<sup>4</sup>*

### RESUMO

Com a quarta revolução industrial construiu-se a denominada indústria 4.0, e com ela surgem os conceitos de novas tecnologias voltadas à integração da tecnologia industrial com as tecnologias de informação e comunicação. O presente artigo tem como objetivo apresentar as vertentes e tecnologias presentes da indústria 4.0, e os princípios da sustentabilidade organizacional. Mostrando para isso as relações entre a indústria 4.0 e a sustentabilidade, com os impactos que essa revolução traz à sociedade, ambiente e economia. Os resultados evidenciaram o aumento na eficiência do uso de recurso, contribuindo para a redução do impacto ambiental.

**Palavras-chave:** indústria 4.0, sustentabilidade, impactos.

### ABSTRACT

With the fourth industrial revolution, the so-called 4.0 industry was built, and with it emerges the concepts of new technologies aimed at the integration of industrial technology with information and communication technologies. With the fourth industrial revolution, the so-called 4.0 industry was built, and with it emerge the concepts of new technologies aimed at the integration of industrial technology with information and communication technologies. This article aims to present the aspects and technologies present in industry 4.0, and the principles of organizational sustainability. Showing the relationship between industry 4.0 and sustainability, with the impacts that this revolution brings to society, environment and economy. The results showed an increase in the

---

<sup>1</sup> Recebido em 22/03/2021. Aprovado em 18/04/2021.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná. fabriciolima@ufpr.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná. robsonseleme@hotmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Paraná. mgcleto@ufpr.br



RELISE

88

efficiency of the use of resources, contributing to the reduction of the environmental impact.

**Keywords:** industry 4.0, sustainability, impacts.

## INTRODUÇÃO

Ao longo de sua existência a humanidade vem se deparando com diversas mudanças influenciando as estruturas economicamente e socialmente e também o sistema industrial, sendo nesse âmbito apresentada por quatro grandes revoluções industriais, três já ocorridas e a última que vivemos no momento chamada indústria 4.0 (MACKENZIE, 2016).

Termo cunhado na feira de Hannover em 2011, veio para revolucionar as organizações trazendo para a indústria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação se unem de forma global por assim designada “fábrica inteligente” (SCHWAB, 2016), com o objetivo de atingir o nível mais alto de eficiência operacional e produtiva e o mais alto nível de automatização, tendo assim um relacionamento direto com o desempenho (SLUSARCZYK, 2018).

As mudanças na indústria 4.0 vêm ocorrendo com a integração vertical dos sistemas permitindo uma visão global da organização e de maneira horizontal acompanhando o ciclo de vida dos produtos, reduzindo assim custos tempo e logística além do aumento da qualidade (SELIER, 2016).

Com o aumento das atividades voltadas à indústria 4.0 também aumentam as temáticas com relação a sustentabilidade e como elas podem contribuir nesse setor, Stock (2016) em sua pesquisa aponta como essa nova indústria pode contribuir com os pilares da sustentabilidade, essa que é caracterizada por três dimensões, a questão social, econômica e a ambiental.

Moreno et al (2014) também destaca a importância que a adoção dos princípios da indústria 4.0 pode trazer para uma gestão mais inteligente e



RELISE

colaborativa, assim auxiliando e na evolução das três dimensões da sustentabilidade na organização.

Tema esse relativamente novo no Brasil, ainda mais quando se busca pesquisas relacionadas a sustentabilidade voltada à indústria 4.0, tema esse considerado essencial para a alavancagem da indústria brasileira (OLIVEIRA, 2017).

Esse artigo busca apresentar alternativas que a indústria 4.0 traz para a sustentabilidade empresarial, através de revisão da literatura brasileira relacionando a indústria 4.0 e a sustentabilidade.

## **INDUSTRIA 4.0**

A quarta revolução industrial ou mais conhecida como Indústria 4.0 surgiu na Alemanha em uma das mais importantes feiras de tecnologia do mundo, em Hannover em meados de 2011. Termo considerado relativamente novo no Brasil e também no mundo todo, tem a indústria como foco principal na produção de bens, a conexão à tecnologia e à internet (BRETTEL et al., 2014).

A Indústria 4.0 é apresentada com diferentes definições sendo algumas delas:

- Integração de máquinas e dispositivos, com os mais complexos sistemas e softwares, contribuindo para o controle e planejamento de melhores resultados organizacionais (SHAFIQ et al., 2015).
- Conceito baseado na aplicação de tecnologias avançadas a nível de produção, aumentando a flexibilidade e qualidade dos sistemas produtivos, com novos valores e serviços para os clientes (KHAN & TUROWSKI, 2016).
- Integração da tecnologia industrial com as tecnologias de informação e comunicação, tendo os sistemas ciber-físicos como chave para a construção de uma indústria inteligente, uma manufatura mais digital orientada pela informação (GILCHRIST, 2016).



RELISE

90

Baseado nos conceitos, com a Indústria 4.0 é possível uma maior flexibilidade com processos mais dinâmicos agindo de forma rápida a mudanças de curto prazo. Além disso, é possível uma redução de prazos de entrega e lançamentos de novos produtos com tomadas de decisões mais rápidas e assertivas, customização mais eficiente atendendo a necessidade individual de cada cliente e ainda aumentando a eficiência no uso de recursos evitando desperdícios e reduzindo os custos (CNI, 2016).

A quarta revolução industrial permite um avançar das integrações entre processos de produção e a logística, todas as etapas da cadeia de valor estão interligadas desde o desenvolvimento inicial do produto até o pós venda (OLIVEIRA e SIMÕES, 2017). Assim, essa integração permite uma melhoria em todo o processo produtivo, desde a manufatura, cadeia de suprimentos, engenharia e o gerenciamento do ciclo de vida (SHAFIQ et al., 2015).

A indústria 4.0 permite então a criação de soluções inovadoras, elevando a competitividade, se interrelacionando com a qualidade de vida da sociedade, dos produtos e serviços (SCHULES, 2018). Assim, serão apresentados a seguir as principais tecnologias da 4.0.

### *Internet das Coisas (IOT)*

O termo “The internet of things” ou Internet das Coisas surgiu no Instituto de Tecnologia de Massachusetts em 1999 pelo trabalho do Auto-ID Center, e só mais tarde ganhou mais força com artigo publicado por Kevin Ashton em 2012 (BERGWEILER, 2015).

A internet das coisas permite o controle de objetos e recursos remotamente, através da interligação de máquinas, equipamentos e de todos os objetos relacionados àquele ambiente, todos interligados à mesma rede. Essa conexão é feita através de equipamentos eletrônicos que permitem a troca de dados em ambiente virtual e físico (SHAHID e ANEJA, 2017).



RELISE

91

Para isso utiliza de dispositivos de identificação por radiofrequência, sensores, telefones móveis, rede GPS e vários outros objetos, os quais se conectam à internet para trocar informações e se comunicarem entre si, realizando assim a identificação, localização, rastreamento, monitoramento e gerenciamento de forma inteligente (ZHOU et al., 2015).

### *Big Data*

Big Data é o termo utilizado para referenciar o armazenamento de informações necessárias para as organizações, permitindo o acesso mais fácil e ágil a elas em tempo real ou para uma análise posterior. Sendo a análise de dados primordial para a indústria 4.0, tornando as tomadas de decisões mais ágeis e assertivas (GEISSLER, 2014).

O termo Big Data se define em quatro aspectos:

- a) Veracidade: refere-se se a informação é verdadeira
- b) Variedade: formato dos dados computados
- c) Volume: quantidade de dados a serem analisados
- d) Velocidade: rapidez que as informações podem ser encontradas

A tecnologia Big Data utiliza novos sistemas e metodologias para processar todos os dados, provenientes das mais diversas fontes, de forma eficiente, rápida e confiável. Os principais benefícios da utilização dessa tecnologia são: otimização dos processos, acuracidade nas tomadas de decisão, redução de custos e melhoria na eficiência operacional (ZHOU et al., 2015; KANG et al., 2016).

### *Sistemas físico-cibernéticos*

O termo sistemas ciber-físicos é designado para as interações entre os computadores e todos os processos decorrentes da organização como um todo.



RELISE

A indústria 4.0 com isso garante uma otimização e melhor eficiência na produção, através do controle e monitoramento dos processos, atendendo as necessidades dos clientes da melhor maneira possível (LEE, 2008).

### *Computação em nuvem*

Com as novas tecnologias da 4.0, um dos grandes desafios é o compartilhamento de dados, devido à grande quantidade de informações geradas por todo o sistema da cadeia. A computação em nuvem surge para viabilizar esse acesso, através da armazenagem de dados em servidores de acordo com o fluxo demandado, possibilitando que todos os dados gerados possam ser armazenados de forma segura (KAGERMAN et al, 2013).

Essa tecnologia oferece baixo custo e alto desempenho, pois além da armazenagem de dados, ainda podem oferecer softwares e hardwares que podem vir a ser utilizados conforme a necessidade da organização (ZHOU et al., 2015).

### *Manufatura aditiva*

A manufatura aditiva é a tecnologia que converte modelos 3D, em um objeto físico, através da sobreposição de material, ocorrendo de camada sobre camada (ATARI, 2017).

O processo surgiu em meados da década de 80, sendo aplicado nas empresas para produzir protótipos ou componentes de forma individual, devido a sua baixa taxa de produção. Um dos limitantes para sua implementação sempre foram as questões de baixa produtividade e seu alto custo, mas devido ao avanço das tecnologias esses problemas foram superados, sendo essa tecnologia agora também possível de ser utilizada em produções de pequenos lotes e produtos customizados aos clientes, características essas presentes na indústria 4.0 (KANG et al., 2016).



RELISE

93

Segundo Sandengen et al. (2016), se destacam como principais vantagens da manufatura aditiva: a construção de peças complexas e baixo peso, eficiência no uso dos recursos e materiais e a possibilita uma maior flexibilidade no processo produtivo.

### *Realidade aumentada*

Na indústria 4.0 a realidade aumentada é utilizada para aumentar o campo de visão do usuário auxiliando no desenvolvimento de determinada tarefa. Uma das principais características é a combinação de objetos reais e virtuais e fazer a interação entre eles em tempo real (SYBERFELDT et al., 2017).

Em cada setor ela pode apresentar algum ganho em simplificação, como por exemplo. Na manufatura, a realidade aumentada pode ser aplicada no planejamento de linhas de montagem e processos, em instruções visuais para operadores e técnicos durante o processo. Já na manutenção, a realidade aumentada permite que as instruções e informações sejam mostradas diretamente no local onde está sendo executada a tarefa, tornando assim a operação mais rápida e assertiva. (KLIMANT et al., 2017).

Com essas simplificações adquiridas com a realidade aumentada é possível então a diminuição de erros, além disso consegue também diminuir a quantidade de treinamento de colaboradores (KLIMANT et al., 2017).

### *AGV's*

Sigla que vem do inglês Automated Guided Vehicle, que nada mais são do que veículos guiados automaticamente. O AGV é definido como máquinas automáticas que realizam dentro das indústrias tarefas de transporte, detecção, levantamento de peso, dentre outras de forma totalmente autônoma. Com o auxílio dessa tecnologia a indústria ganha em eficiência, reduzindo os custos





RELISE

de mão de obra e tornando os trabalhos mais rápidos e seguros (WAN et al., 2015).

## SUSTENTABILIDADE

Discussões sobre a natureza, responsabilidade social e questões econômicas começaram a ganhar força mundialmente por volta da segunda metade do século XX. As grandes guerras e o caos causada por ela, mostrou ao mundo a fragilidade do planeta e a necessidade de novas atitudes com relação a natureza (POCHMANN, 2010).

Questões com relação à sustentabilidade passavam então a ficar cada vez mais evidentes no mundo, em 1968 com o Clube de Roma foi formada organização de estudiosos com o intuito de analisar assuntos referentes a economia, política, meio ambiente e o desenvolvimento sustentável (MUELLER, 2009). Com a disseminação do tema, a Organização da Nações Unidas (ONU) apresenta em sua Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) o termo “Sustentabilidade”, que foi então por eles definido como a capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras também satisfazerem a suas próprias necessidades (GLAVIČ e LUKMAN, 2007).

Com o crescimento contínuo de estudos na área começam a surgir conceitos para definir a ideia da sustentabilidade organizacional. Uma das mais difundidas foi a ideia e modelo de Elkington, onde ele associava a mudança social ao que ele chamava de *Triple Botton Line*, ou seja, tripé da sustentabilidade, no qual a intenção era equilibrar a sociedade, o planeta e os lucros, através das dimensões econômicas, sociais e ambientais. (CORLETT e PRIMACK, 2011).





RELISE

95

Figura 1 – Tripé da Sustentabilidade



Fonte: ELKINGTON (2013)

Entre pesquisadores e no meio acadêmico a difusão desse novo conceito da sustentabilidade com a visão voltada a essas três dimensões foi grande, levando as empresas a adotar como estratégia para geração de valor e competitividade no mercado (ELKINGTON, 2013).

Com relação ao tripé da Sustentabilidade, é possível classificar as diferentes dimensões, sendo elas:

a) Ambiental: se refere à capacidade da organização de na busca por processos produtivos que sejam eco eficientes, uma produção mais limpa sem poluição ao meio ambiente. Diminuir os impactos negativos gerados com a utilização de recursos renováveis (DIAS, 2017).

b) Social: é a busca de melhores condições de trabalho aos colaboradores, envolve a sociedade como um todo reduzindo assim a desigualdade social e a melhoria de vida da população (DIAS, 2017).

c) Econômico: Segundo Froehlich e Bitencourt (2016) é o que se refere ao lucro, mas com um rendimento eficiente, atendendo as necessidades da empresa e das pessoas

Assim é possível que as organizações identifiquem as divergências



RELISE

96

entre o sucesso econômico e o financeiro, e com isso ser possível realizar escolhas positivas que não sejam críticas tanto para os resultados sociais bem como ambientais

Segundo Cotrim e Gouveia (2006), as organizações estão fazendo uso dos conceitos do TBL, onde o aumento de ações sustentáveis vem trazendo efeitos positivos às organizações.

## **IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA SUSTENTABILIDADE ORGANIZACIONAL**

Com a Indústria 4.0 a forma de produção passa a ser descentralizada, reduzindo assim o fluxo de atividades logísticas interferindo diretamente no impacto ambiental, com um menor consumo de energia pela diminuição de atividades de transporte (KAGERMANN et al., 2016).

Segundo Stock (2016), com o aumento da eficiência dos processos e do aprendizado com as máquinas é possível um ganho na utilização de recursos energéticos nos equipamentos e na matéria prima, contribuindo para um menor impacto ambiental.

Estudo apresentado por Siltori (2020) apresenta uma série de impactos que a indústria 4.0 pode trazer positivamente à sustentabilidade empresarial e a sociedade, como:

- A compreensão melhor das necessidades dos clientes, produzindo lotes menores e com produtos customizados;
- Surgimento de novas profissões com maior qualidade técnica;
- Redução do número de acidentes com o uso de robôs, proporcionando melhor qualidade de vida aos funcionários;
- Com o aumento de sensores nos produtos e equipamentos, o risco a situações danosas diminui, permitindo assim um ganho de ergonomia;
- Surgimento de novas oportunidades e modelos de negócio como



RELISE

*startups*, aumentando o número de profissionais no mercado de trabalho;

- Com uma cadeia de valor voltada desde o desenvolvimento até o pós-vendas é possível uma análise mais apurada dos impactos sociais, ambientais e econômicos que um produto pode gerar;

Outro estudo de importante relevância na área é o de Stock e Seliger (2016), onde é abordado de forma macro e micro as perspectivas que a indústria 4.0 pode trazer para uma manufatura mais sustentável. No macro relaciona a rede de valores com o modelo de negócio, e no micro como a manufatura pode se tornar mais sustentável com relação a equipamentos, pessoas, organização, processos e produtos.

Segundo Stock (2016), o retrofitting, que é o ato de adicionar um componente ou acessório a um equipamento que não o possuía quando foi vindo de fabricado, permite de forma econômica atualizar equipamentos de fabricação existentes com sistemas de sensores e atuadores, bem como com as lógicas de controle relacionadas.

Beier et al. (2017) apresentou um estudo de como a digitalização e inovações da indústria podem afetar a sustentabilidade. Para seu estudo ele usou como base de comparação duas indústrias de países diferentes e com estruturas bem diferentes, uma na Alemanha, país altamente industrializado e outra na China, país em processo de industrialização. Como resultado ele aferiu que a indústria 4.0 tem forte impacto na dimensão ambiental da sustentabilidade, com o aumento na eficiência no uso dos recursos e o uso de fontes de energia renováveis. Mas por outro lado mostrou também que a dimensão social é afetada, uma vez que com a automatização das indústrias o nível de desemprego aumenta.

Outro estudo relevante foi o realizado por Schules (2018), que fez estudo de caso em uma multinacional do setor automotivo na região de Curitiba, com base em indicadores de sustentabilidade dentro do processo



RELISE

98

produtivo conseguiu demonstrar oportunidades para adoções da tecnologia da indústria 4.0. Com base no modelo da OECD (The Organization for Economic Co-operation and Development), conseguiu encontrar dentro da indústria os processos e oportunidades de melhorias relevantes às tecnologias da indústria 4.0.

Obtendo como resultado que as mais relevantes seriam o Big Data, a realidade aumentada e os AGV's, com relação aos impactos nas três dimensões da sustentabilidade. Tendo o pilar econômico identificado com o OEE, o pilar ambiental com o consumo de energia e água e o pilar social com a diminuição dos acidentes de trabalho.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A busca pela produção no menor tempo possível e a busca dos clientes por produtos customizados e personalizados, vem em direção das propostas apresentadas pelas tecnologias da 4.0, com pensamentos voltados à produção com um menor número de desperdício e o atendimento às necessidades dos clientes. Aliada a essa nova onda, vem a busca por sistemas mais sustentáveis, com o uso racional dos recursos pensando no comprometimento da indústria com o ambiente e sociedade como um todo.

Com este estudo observou-se a crescente evolução das tecnologias da indústria 4.0 no cenário global, e ainda que as questões ambientais e de sustentabilidade já são itens imprescindíveis na corrida pela competitividade organizacional.

Também pode-se observar os impactos gerados pela utilização dessas tecnologias.

Apesar da inerente perda de empregos devido à robotização da indústria foi possível observar que há ganho ainda relevante, visto a grande quantidade de benefícios adquiridos referentes às dimensões ambientais,



RELISE

99

sociais e econômicas. Com a implantação das tecnologias foi possível observar que há ganhos como o aumento e eficiência na utilização de recurso, ganhos também na logística no que se refere a transportes, além dos ganhos ambientais com a redução de consumos, e conseqüentemente a redução dos custos.

## REFERÊNCIAS

ATARI, S. 2017. In sustainable production networks for Industry 4.0, *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 4(4): 421-431.

BERGWEILER, S.; WEST-PHALL, C. B.; MAURI, J. L.; POCHEC, P. Intelligent manufacturing based on self-monitoring cyber-physical systems. *UBICOMM* 2015, p. 121, 2015.

CNI (Confederação Nacional da Indústria). Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira. 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>>. Acesso em: 22/06/2020.

CORLETT, R. T.; PRIMACK, R. B. Sustainability: A mantra or a moral choice? An ecological and economic approach. *An Ecological*, v. 26, n. 74, p. 35–50, 2011.

COTRIM, S. L.; GOUVEIA, P. Análise Do Modelo Triple Bottom Line: Conceito, Histórico E Estudo De Casos. v. 17, n. 19, 2006.

DIAS, R. *Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade – 3 ed.* São Paulo: Atlas, 2017.

ELKINGTON, J. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. *Choice Reviews Online*, v. 36, n. 07, p. 36-3997-36–3997, 2013.

FROEHLICH, C.; BITENCOURT, C. C. Sustentabilidade Empresarial: um estudo de caso na empresa Artecola. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, São Paulo, v. 5, n.3, p.55-71, 2016.

GERLITZ, L. Design for product and service innovation in industry 4.0 and emerging smart society. *Journal of Security and Sustainability Issues*, v. 2018



RELISE

100

June, n. 2, p. 11, 2015.

GLAVIČ, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, n. 18, p. 1875–1885, 2007

KAGERMANN, H; WAHLSTER, W; HELBIG, J; HELLINGER, A; STUMPF, M; VERONIKA, T; LINDA, B; JOAQUÍN, G; HELEN, F. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. *Acatech*, n. April, p. 13–78, 2016.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A Survey of Current Challenges in Manufacturing Industry and Preparation for Industry 4.0. In: *Proceedings of the First International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (IITI’16)*. Springer International Publishing, p. 15-26, 2016.

KLIMANT, P.; KOLLATSCH, C.; SCHUMANN, M. Augmented Reality Solutions in Mechanical Engineering. In: *ASME 2017 12th International Manufacturing Science and Engineering Conference*. American Society of Mechanical Engineers, 2017.

LEE, E. A. Cyber Physical Systems: Design Challenges. *Distributed Computing*, p. 369, 2008.

MORENO, M; V, Ú, BENITO; S, A; ZAMORA, M. How can we tackle energy efficiency in iot based smart buildings? *Sensors (Switzerland)*, v. 14, n. 6, p. 9582–9614, 2014.

MUELLER, C. C. O debate dos economistas sobre a sustentabilidade: uma avaliação sob a ótica da análise do processo produtivo de Georgescu-Roegen. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 35, n. 4, p. 687–713, 2009.

OLIVEIRA, F. T. DE; SIMÕES, W. L. A Indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia. *Simpósio de Engenharia de Produção*, v. 1, p. 6, 2017.

POCHMANN, M. *Economia global e a nova Divisão Internacional do trabalho*. IE/Unicamp, Campinas, 2010

SANDENGEN, O. C., ESTENSEN, L. A., RØDSETH, H., SCHJØLBERG, P. (2016). High Performance Manufacturing – An Innovative Contribution towards Industry 4.0. In: *International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation (Iwama)*, p.14–20, 2016.



RELISE

SCHWAB, K.; MACKENZIE, U. A quarta revolução industrial. 1o Ed ed. Geneva: 2016, 2016.

SHAFIQ, S. I.; SANIN, C.; SZCZERBICKI, E.; TORO, C. Virtual engineering object/virtual engineering process: a specialized form of cyber physical system for Industrie 4.0. *Procedia Computer Science*, v. 60, p. 1146-1155, 2015.

SILTORI, Patricia Fernanda da Silva et al. Análise dos impactos da Indústria 4.0 na Sustentabilidade empresarial. 2020.

SLUSARCZYK, BEATA. 2018. Industry 4.0: Are we ready? *Polish Journal of Management Studies* 17: 232–48.

STOCK, T; OBENAU, M; KUNZ, S; KOHL, H. Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 118, p. 254–267, 2018.

SYBERFELDT, A.; DANIELSSON, O.; GUSTAVSSON, P. Augmented Reality Smart Glasses in the Smart Factory: Product Evaluation Guidelines and Review of Available Products. *IEEE Access*. v. 5, p. 9118 – 9130, 2017.

VINICIOS, M.; UFPR, S. literatura Impacts of Industry 4 . 0 on sustainability : a literature 72 review. 2017.

WAN, J.; CAI, H.; ZHOU, K. Industrie 4.0: enabling technologies. In: *Intelligent Computing and Internet of Things (ICIT), 2014 International Conference on*. IEEE, 2015. p. 135-140.

ZHOU, K.; LIU, T.; ZHOU, L. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. In: *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2015 12th International Conference on*. IEEE, 2015. p. 2147-2152.