

Indústria 4.0 no setor têxtil e de confecção

Laurintino T, K, S (Universidade Federal de Santa Catarina) thairiskaroline@hotmail.com

Laurintino T, N, S (Universidade Federal de Santa Catarina) thuanynaiara@hotmail.com

Boemo A, P, S, I (Universidade Federal de Santa Catarina) ana.immich@ufsc.br

Resumo:

No decorrer da história da humanidade, surgiram três revoluções industriais, que aconteceram de forma integrada e impulsionaram o desenvolvimento de uma quarta revolução. Esta nova revolução industrial, caracterizada pela alta tecnologia digital, representa um novo nível de organização e gestão de toda a cadeia de fabricação, envolvendo desde o fornecedor até o produto final. Diante disso, o objetivo deste trabalho consistiu em realizar uma revisão da bibliografia existente sobre a quarta revolução industrial, com foco na indústria 4.0 e no processo de produção de indústrias têxteis. Dentre os resultados, observou-se que, embora a indústria 4.0 crie condições promissoras para empresas, existem alguns desafios para a sua implementação. De forma geral, foi observado que os benefícios da indústria 4.0 terão um grande impacto em determinados setores, mais especificamente no setor manufatureiro. A implementação da tecnologia avançada nas indústrias têxteis possibilitará a integração do processo de produção e uma maior flexibilidade de fabricação. Deste modo, o estudo da quarta revolução industrial e, especificamente, da indústria 4.0 no âmbito têxtil ainda se encontra em estágio inicial, necessitando de maiores investimentos em pesquisas, para que a incorporação desta alta tecnologia seja realizada de forma eficiente.

Palavras chave: Quarta revolução industrial, Indústria 4.0, Indústria têxtil.

Industry 4.0 in the textile and clothing sector

Abstract

Throughout the history of mankind, three industrial revolutions have emerged which have taken place in an integrated way and have boosted the development of a fourth revolution. This new industrial revolution, characterized by high digital technology, represents a new level of organization and management of the entire manufacturing chain, from the supplier to the final product. Therefore, the objective of this work was to review the existing literature on the fourth industrial revolution, focusing on industry 4.0 and the production process of textile industries. Among the results, it was observed that, although industry 4.0 creates promising conditions for companies, there are some challenges for their implementation. Overall, it has been observed that the benefits of industry 4.0 will have a major impact in certain sectors, more specifically in the manufacturing sector. The implementation of advanced technology in the textile industries will allow the integration of the production process and greater manufacturing flexibility. In this way, the study of the fourth industrial revolution, and specifically of industry 4.0 in the textile sector, is still in an early stage, requiring greater investment in research, so that the incorporation of this high technology is carried out efficiently.

Keywords: Fourth industrial revolution, Industry 4.0, Textile industry.

1. Introdução

A quarta revolução industrial marca o início de um diferente período industrial, que já causa algumas mudanças nas nossas vidas e continuará atuando no futuro. Até o momento, essas alterações estão presentes em processos industriais, nas estruturas das cadeias de valor e nas operações logísticas (KOCH *et al.*, 2014; BRUNO, 2017).

A indústria 4.0 propõe que tudo o que está presente no mundo físico; pode ser transmitido para o mundo virtual, tornando possível que todos os processos industriais sejam autônomos, inteligentes e completos, através da utilização de sistemas de informações (MOESTER, 2017).

Dentre as tecnologias que formam a base da indústria 4.0 e estão alterando a produção no cenário industrial, podemos destacar que os sensores, máquinas e sistemas de tecnologia de informação estão interligados dentro de uma única empresa. Esses sistemas interligados, denominados de sistemas ciber-físicos, poderão interagir uns com os outros, analisar dados para prevenção de problemas, ajustar-se e adaptar-se a diferentes situações (LEE *et al.*, 2015).

No geral, pode ser visto que os benefícios da indústria 4.0 terão um grande impacto em determinados setores, mais especificamente no setor manufatureiro. As indústrias têxteis destacam-se por sua forte atividade econômica, desde para uso doméstico e de decoração, bem como para fins técnicos e industriais. E a implementação da tecnologia avançada nesse setor têxtil, por meio de dispositivos de computação e comunicação, possibilitará a integração do processo de produção e uma maior flexibilidade de fabricação (CHEN e XING, 2015).

O trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a quarta revolução industrial, com foco na indústria 4.0 e no processo de produção de indústrias têxteis e de confecção, desde o fornecedor até o produto final. Além disso, abordar os principais aspectos desta nova era digital, como os benefícios e desafios enfrentados pelas empresas.

2. Metodologia

Este estudo constituiu-se de uma revisão da literatura especializada, realizada entre 2010 e 2018, no qual, buscou-se fazer uma consulta de dados publicados de alta credibilidade por instituições, textos técnicos, consultorias, projetos governamentais, análises de especialistas e artigos científico. Escritos em inglês, alemão, espanhol e português. Os artigos científicos foram selecionados através de busca no banco de dados do scielo, Web of Science e Science Direct. As palavras-chave utilizadas na busca foram quarta revolução industrial, indústria 4.0, indústria têxtil e internet das coisas (IoT).

Com base nos fundamentos teóricos apresentado na literatura, foi elaborado um trabalho de estudo de caso dividido em cinco etapas, conforme descrito a seguir:

I - Indústria 4.0: enfatizando a definição da indústria 4.0 e o seu objetivo, os nove pilares com suas respectivas características, como também, de forma ilustrativa, ambiente de fábrica da indústria 4.0.

II - Principais componentes da indústria 4.0: descrito de forma detalhada os aspectos centrais pelas empresas que desejam alcançar a indústria 4.0, que são: internet das coisas, sistema ciber-físico, fábrica inteligente e internet de serviços.

III - Benefícios da indústria 4.0: dentre as diversas vantagens, algumas merecem destaque e foram apresentadas, como maior produtividade e redução de custos; entrega de melhor atendimento ao cliente; emprego; maior flexibilidade; produtos inteligentes; serviços inteligentes e surgimento de novas habilidades.

IV - Desafios para a implantação da indústria 4.0: nesta etapa, foram listados os principais obstáculos para a implantação da indústria 4.0. Dentre esses, três merecem destaque: benefícios pouco claros com investimentos excessivos; qualificações insuficientes dos empregados; e a falta de normas, regulamentos e formas de certificação.

V - Têxtil 4.0: abordando a aplicação da indústria 4.0 no setor têxtil, com as possíveis alterações que este setor sofrerá. Além disso, a importância acarretada pela implantação da indústria 4.0.

3. Resultados

3.1 Indústria 4.0

Essencialmente, a quarta revolução industrial surgiu como consequência dos vários estágios históricos, decorrentes das revoluções anteriores e das melhorias acarretadas pelos avanços tecnológicos. A definição dessa nova era permanece incerta e ainda não é consistente entre acadêmicos e profissionais, pois é um termo complicado para se estabelecer de forma precisa (MOESTER, 2017; FARUK, 2018).

De acordo com Schlaepfer e Koch (2015), a indústria 4.0 pode ser definida como a combinação entre o mundo real e o mundo virtual, onde sistemas físicos são gerenciados pela programação, por meio da aplicação de sistemas ciber-físicos e da internet das coisas nos processos de produção. Já Faruk (2018), revela que o conceito da indústria 4.0 é dado por uma combinação dos sistemas ciber-físicos, internet das coisas, fábricas inteligentes e Big Data, onde estes elementos serão discutidos com mais detalhes nas seções subsequentes.

A indústria 4.0 apresenta como principal filosofia a elaboração de processos isentos de imperfeições e autônomos e pode ser caracterizada por utilizar uma rede inteligente, dispositivos móveis, presença de modelos de negócios inovadores, maior integração com os clientes, tornando possível a produção de produtos de acordo com as suas necessidades, e permitir uma alta flexibilidade, tanto no desenvolvimento, análise e manutenção, quanto na operação dos sistemas automatizados (JAZDI, 2014).

Essa nova tecnologia digital industrial é constituída por nove avanços tecnológicos, que representam os seus pilares. De acordo com Rüßmann *et al.* (2015), esses nove pilares da indústria 4.0 são descritos a seguir.

- 1- *Big Data* encontra-se baseado na coleta e análise de grandes quantidades de dados, cuja finalidade é otimizar a produção, reduzir gasto energético e garantir um melhor funcionamento das máquinas;
- 2- Robôs Autônomos apresentam a função de realizar trabalhos complexos. Em um futuro próximo, serão mais autônomos, flexíveis e cooperativos;
- 3- Simulação busca descrever o mundo físico no mundo virtual, em tempo real. Tem como objetivo otimizar produtos e processos, minimizando o número de erros;
- 4- Integração de Sistemas apresenta a finalidade de assimilar uma maior quantidade de informações no decorrer do processo, desde o fornecedor até o consumidor final;

- 5- Internet das Coisas representa o conjunto de tecnologias e sensores que permitem coletar e transmitir informações do mundo real para o mundo virtual;
- 6- Segurança Cibernética é uma ferramenta essencial, já que existe a necessidade de proteger os sistemas informáticos, tornando o processo de comunicação seguro e confiável;
- 7- Nuvem corresponde a software que será bastante empregado devido à necessidade de compartilhar grandes quantidades de dados;
- 8- Manufatura Aditiva permite a fabricação de objetos através de processos de produção ativa, principalmente, por meio da impressão 3D;
- 9- Realidade Aumentada é uma ferramenta que servirá para enviar informações aos funcionários, em tempo real, visando facilitar a tomada de decisões.

Dentre os objetivos da indústria 4.0, destaca-se como principal o ato de atender as expectativas e preferências do cliente, por meio de sistemas de produção autônomos e inteligentes, integrados por elementos de alta tecnologia. Deste modo, almeja alterar o mercado com a produção de produtos customizados, de acordo com as especificações do cliente, modificando as características de mercado de padronizado para diversificado (RADZIOWON *et al.*, 2014).

3.2 Principais Componentes da Indústria 4.0

A indústria 4.0 é oriunda de uma sequência de fases proporcionadas pelo avanço tecnológico. Desta forma, os aspectos centrais pelas empresas que desejam alcançar o objetivo de ser uma indústria 4.0, devem apresentar os principais componentes: internet das coisas, sistema ciber-físico, fábrica inteligente e internet de serviços. A seguir, foram apresentados esses elementos da indústria 4.0 de forma detalhada.

3.2.1 Internet das Coisas

A Internet das Coisas (IoT), segundo Kagermann *et al.* (2013), pode ser definida como a interação entre “coisas”, que são máquinas e robôs, com “objetos”, que são smartphones, laptops e tablets. Como complemento, Sundmaeker *et al.* (2010) explica que a IoT também possibilita a conexão entre “coisas” e pessoas, que independe da hora, lugar, pessoa ou rede.

Diante disso, a internet das coisas possibilita a integração entre todos os processos operacionais do setor industrial. Dentre as vantagens de sua aplicação, destaca-se o fato das indústrias obterem informações em tempo real sobre as expectativas e demandas dos seus clientes. E, a partir disso, poderão traçar metas diferentes para atingir um número de clientes cada vez maior (BUCKER *et al.*, 2016).

3.2.2 Sistema Ciber-físico

O Sistema Ciber-físico (CPS), segundo Faruk (2018), abrange uma região interdisciplinar que mescla os principais aspectos de controle, sistemas eletrônicos e ciência da computação. E, de modo geral, são sistemas que buscam realizar a interligação das operações da realidade física com infraestruturas de computador e comunicação.

Kagermann *et al.* (2013) descreve o CPS como a integração entre o mundo físico e virtual, onde os sistemas realizam suas tarefas recolhendo informações entre esses dois mundos. Já

Lee *et al.* (2015), relata que o sistema ciber-físico possibilita que processos físicos sejam coordenados por computadores, onde ocorre uma fusão de processos físicos e computacionais.

3.2.3 Fábrica Inteligente

As fábricas inteligentes têm como princípio, o gerenciamento e a interação entre todas as operações realizadas, acompanhando, desde o fornecedor da matéria prima até o consumidor final. Além disso, essas fábricas têm máquinas inteligentes como elementos-chave, que tomam decisões automaticamente, e têm o sistema ciber-físico como base, que funciona como a parte mais importante dentro das fábricas inteligentes, responsáveis por solucionarem problemas complexos de operações e produção (HERMANN *et al.*, 2015).

A comunicação entre máquinas marca a transição de uma fábrica tradicional para uma fábrica inteligente. Todo o sistema de comunicação fornece informações em tempo real, onde inclui os dispositivos móveis. Estes dispositivos são responsáveis por coletarem e transferirem as informações para máquinas para serem submetidas a um processamento de dados. Quanto maior a taxa de transferência dos dados, melhor o sistema de comunicação (BAUERNHANS� *et al.*, 2014).

A principal necessidade das indústrias inteligentes encontra-se em obter informações em tempo real. Estas informações são provenientes de sensores, sistemas de identificação ou diretamente do produto, quando os produtos são incorporados de características digitais. Tanto a coleta de informações, enviadas como dados para as máquinas, quanto o processamento desses dados, devem ocorrer de forma simultânea, tornando o sistema de entrada e saída de informações funcional e eficiente (CHEN e XING, 2015).

O sistema de identificação é fundamental no sistema de comunicação entre máquinas, constituído por componentes como etiquetas de rádio frequência (RFID), leitores e antenas. Além de monitorar e identificar os objetos, a identificação por RFID funciona como um sistema de sensoriamento remoto, não necessitando entrar em contato com os objetos, onde um sinal é enviado para máquina por meio de um microchip (HAMEED *et al.*, 2011).

3.2.4 Internet de Serviços

Segundo Hermann *et al.* (2015), a Internet de Serviços (IoS) autoriza que os fornecedores de serviços apresentem seus serviços via internet, como uma prateleira de serviços comercializáveis em um meio digital.

3.3. Benefícios da Indústria 4.0

São vários os benefícios proporcionados pela indústria 4.0, desde a redução do tempo para ofertar produtos no mercado, até uma queda de custos de produção. Dentre as diversas vantagens, algumas merecem destaque e serão apresentadas a seguir:

- Maior produtividade e redução de custos

A aplicação da indústria 4.0 nas empresas pode possibilitar o beneficiamento nos processos, mais expressivo, principalmente, nos setores de manufatura. Além disso, a indústria 4.0 permite a otimização do processo, evitando que erros ocorram e matérias prima (recursos

energéticos) sejam desperdiçadas. Koch et al. (2014), ao analisar a implementação de métodos da indústria 4.0 em empresas, observou que quanto maior a produtividade, ou seja, a eficiência do processo, menor foi os custos do processo.

- Entrega de melhor atendimento ao cliente

A indústria 4.0 é vista como o emprego de métodos em processos operacionais, caracterizados por apresentarem um formato automatizado e sem intervenção humana. Logo, esses métodos garantem uma redução de erros, onde os ajustes necessários na empresa são identificados de forma rápida e resolvidos. Por causa disso, proporcionam uma maior velocidade no fornecimento de produtos, consequentemente, melhoram a prestação de serviços ao cliente (PLESSES, 2017).

- Emprego

Segundo Rüßmann *et al.* (2015), com a indústria 4.0 ocorrerá um aumento no número de empregos, onde os funcionários serão obrigados a fazer menos trabalho manual e mais tarefas de controle e supervisão de processos, principalmente, em áreas voltadas a engenharia mecânica, programação de *software* e especialidades de técnicos de informação (TI). Deste modo, a indústria 4.0 poderá beneficiar regiões remotas ou subdesenvolvidas, por meio do uso desta nova Era Tecnológica (El estado Del arte La industria 4.0, 2016).

- Maior flexibilidade

Como os consumidores estão cada vez mais exigentes com relação à obtenção de produtos customizados, a indústria 4.0 abre portas para a personalização de produtos, através da impressão 3D, reduzindo o tempo de design do produto e permitindo uma maior flexibilidade nos processos (RÜßMANN *et al.*, 2015; CHEN e XING, 2015).

- Produtos inteligentes

Com a implantação da indústria 4.0, produtos inteligentes serão ofertados com capacidades inovadoras. Segundo Porter e Heppelmann (2014), esses produtos inteligentes podem apresentar quatro capacidades diferentes, onde, cada uma, é formada a partir da capacidade anterior. A primeira capacidade corresponde ao monitoramento, onde é possível realizar o rastreamento do produto; a segunda está relacionada ao controle, na qual, fabricantes podem controlar remotamente o produto, através da implantação de algoritmos. E, desta forma, garante a terceira capacidade, a otimização do processo. A associação das três capacidades mencionadas fornece a quarta capacidade, caracterizada pela maior autonomia dos produtos inteligentes.

- Surgimento de novas habilidades

Novas habilidades serão necessárias para a realização de tarefas pelos trabalhadores, devido ao surgimento de conceitos presentes na indústria 4.0, como a internet das coisas, por exemplo (PLESSES, 2017). Porém, essas novas habilidades não substituíram as já existentes. É possível verificar 3 categorias das principais habilidades que os trabalhadores necessitam desenvolver para atuarem em uma indústria 4.0, como habilidades cognitivas, físicas e técnicas.

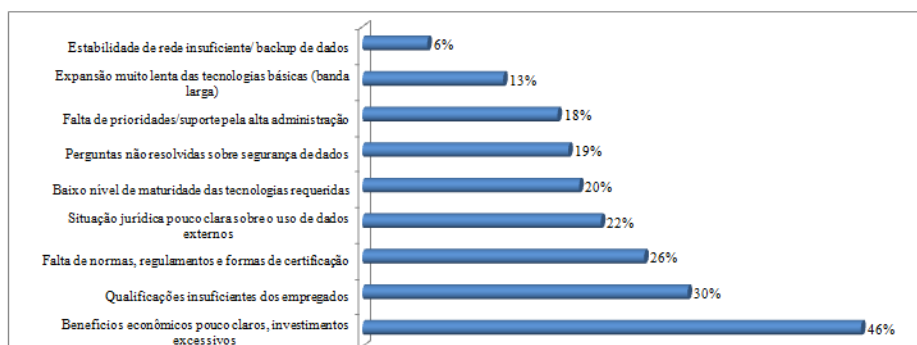
Categorias	Subcategorias		
1 Habilidades	1 Analítica cognitiva - Flexibilidade cognitiva - Criatividade - Raciocínio lógico - Sensibilidade ao problema - Raciocínio matemático - Visualização	2 Habilidades físicas - Força física - Destreza manual - Precisão manual	5 Habilidades técnicas - Manutenção, reparo, operação e controle de equipamentos - Programação - Controle de qualidade - Solução de problemas - Tecnologia e usuário, projeto de experiência
2 Habilidades básicas	1 Habilidades de conteúdo - Aprendizado ativo - Expressão oral - Compreensão de leitura - Expressão escrita - Alfabetização em TIC	2 Habilidades de processo - Escuta ativa - Pensamento crítico - Monitoramento auto e outros	4 Habilidades de gerenciamento de recursos - Escuta ativa - Pensamento crítico - Monitoramento auto e outros
3 Habilidades interfuncionais	1 Habilidades de sistemas - Julgamento e tomada de decisão - Análise de sistemas	2 Habilidades complexas de resolução de problemas - Resolução de problemas complexos	3 Habilidades sociais - Coordenar com os outros - Inteligência emocional - Negociação - Persuasão - Orientação de serviço - Treinando e ensinando os outros

Fonte: Adaptado de WORD ECONOMIC FORUM (2016)

Tabela 1 - Categorização de Habilidades Relacionadas aos Trabalhos

3.4. Desafios para a Implementação da Indústria 4.0

Estudos realizados por Koch *et al.* (2014), identificaram os principais obstáculos para a implantação da indústria 4.0 nas empresas, apresentadas na Figura 1. Dentre esses obstáculos, três merecem destaque: benefícios pouco claros com investimentos excessivos; qualificações insuficientes dos empregados; e a falta de normas, regulamentos e formas de certificação.



Fonte: Adaptado de Koch *et al.* (2014)

Figura 1 – Obstáculos enfrentados pela indústria 4.0

A falta de recursos financeiros encontra-se entre os grandes desafios para a aplicação do conceito indústria 4.0. A implantação deste conceito em empresas que almejam uma transformação digital apresenta a necessidade da realização de um investimento inicial, que dependerá do segmento da indústria e do tipo de produto fabricado por ela (RÜßMANN *et al.*, 2016; DAVIES, 2015). Foi projetado para uma indústria alemã, segundo Davies (2015), um investimento de € 40 bilhões a cada ano até 2020. Desta forma, muitas empresas temem o risco, por causa do longo tempo de investimento e do seu retorno financeiro.

Outro desafio encontra-se relacionado ao quesito emprego. Sabe-se, que o surgimento de novas tecnologias traz mais automatização para os processos nas empresas, causando mudanças no perfil do profissional. Por isso, uma série de empregos deixará de existir com a implementação da indústria 4.0, devido à redução da quantidade de trabalhadores necessários na indústria (MOESTER, 2017).

Além disso, as qualificações insuficientes dos empregados podem ser destacadas. É preciso considerar, que um dos principais obstáculos enfrentados pelas empresas com a chegada da indústria 4.0 é encontrar funcionários qualificados. Este requisito básico apresenta um lado positivo, mas, também, um lado negativo. Neste último caso, as empresas terão que fazer investimentos para a realização de treinamentos internos e externos com os funcionários, com intuito de desenvolver habilidades necessárias, para que eles sejam capazes de operar, eficientemente, as novas ferramentas de trabalho. Somado a isso, o profissional precisa ter um aprendizado de forma contínua, para se preparar para as possíveis mudanças provocadas pelo avanço tecnológico (CHEN e XING, 2015; KVK, 2014).

Outro desafio está relacionado ao aumento do risco cibernético por meio da digitalização e da necessidade de segurança na indústria 4.0. Com a introdução de produtos e máquinas inteligentes, os cuidados relacionados aos dados na rede digital devem ser rigorosos. Como esses dados são compartilhados através de aplicativos de internet, eles podem ser alvos de uma fonte de risco cibernético, como a invasão e o vazamento de dados, causados por ataques de *hackers*, transmissões de vírus e extorsão de dados. As possibilidades de ocorrência de ataques cibernéticos, por meio da digitalização, provocam nas empresas a necessidade de implantar medidas de segurança (PORTER e HEPPELMANN, 2015; MCKINSEY DIGITAL, 2015).

3.5. Têxtil 4.0

As indústrias têxteis destacam-se por sua forte atividade econômica. Podem ser caracterizadas pela produção de fibras, fios, tecidos, vestuários e produtos têxteis, para uso doméstico e de decoração, bem como para fins técnicos e industriais.

A aplicação da indústria 4.0 no setor têxtil corresponde à implementação da tecnologia avançada, por meio de dispositivos de computação e comunicação, com intuito de realizar a troca de informações. Isto possibilitará uma mudança no cenário têxtil, onde serão abordados princípios da computação inteligente e da engenharia, possibilitando a integração do processo de produção e uma maior flexibilidade de fabricação (CHEN e XING, 2015).

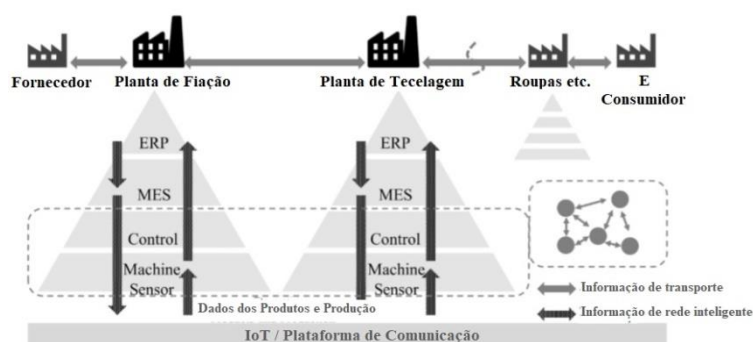
Sabe-se, que desde os primórdios da humanidade, a produção têxtil se faz presente, onde se tornou uma necessidade humana básica. Devido à importância do setor têxtil, é necessário ressaltar as possíveis alterações que este setor sofrerá com a aplicação da indústria 4.0. Novas estratégias de gerenciamento, por meio do uso de sensores digitais, poderão oferecer uma maior visibilidade, flexibilidade e controle da entrada e saída de produtos. Dentre os modelos que aplicam essas novas estratégias, destaca-se a fábrica inteligente, que tem como princípio interligar setores físicos específicos com um ambiente virtual (DUARTE, 2018).

A maior parte das indústrias têxtil e de vestuário são fábricas que apresentam estruturas tradicionais, com técnicas de linha de montagem de produção em massa, que tornam os seus sistemas imensamente estáticos, impossibilitando a produção de produtos personalizados, não respondendo adequadamente aos desejos dos clientes (WANG, 2016).

Em um futuro próximo, os setores de produção das indústrias têxtil e de vestuário deverão se enquadrar aos paradigmas da quarta revolução industrial, acoplando em seus sistemas abordagens e princípios de fábricas inteligentes, tecnologias avançadas de produção e indústria 4.0. Inicialmente, o setor têxtil deverá buscar tornar os seus sistemas mais flexíveis, possibilitando o desenvolvimento de uma maior variedade de produtos (FARUK, 2018).

Para que o setor têxtil apresente um sistema de produção mais dinâmico, as tecnologias avançadas usadas em fábricas inteligentes podem ser empregadas para fornecer uma autoconfiguração do processo de produção, uma auto-otimização dos sistemas de fluxos de material e uma maior flexibilidade no processo, por meio da obtenção de informações em tempo real das variações solicitadas pelos clientes. Como consequência, as indústrias que passarão por essas reconfigurações terão vantagens competitivas, apresentando cadeias de processos têxteis autônomas, devido à comunicação máquina com máquina (ZUEHLKE, 2010).

Na indústria têxtil, essa nova era industrial possibilitará o emprego de tecnologias de automação em diferentes linhas no processo de produção, tornando-o independente, como apresentado na Figura 2.



Fonte: CHEN e XING (2015)

Figura 2 – Diagrama esquemático da transformação da informação na indústria Têxtil 4.0

Como podem ser observados na Figura 2, os dados dos produtos e da produção, informações provenientes a um material têxtil, uma bobina, um suporte de urdidura ou um tecido, são

coletados e armazenados em sensores localizados em máquinas. Ao acompanhar toda informação da operação do equipamento, a máquina se autoconfigura e auto-otimiza para a fabricação de itens personalizados.

O sistema MES, apresentado no topo da pirâmide da Figura 2, corresponde à função de armazenar e exprimir dados operacionais, depreciação da máquina e cronogramas para manutenção. Além disso, este sistema pode encaminhar esses dados ao fabricante da máquina, solicitando um guia de reparo ou uma manutenção pelo fornecedor (CHEN e XING, 2015).

No âmbito da fabricação têxtil, os setores de corte e costura são os mais críticos, já que apresentam uma maior intervenção humana e, por isso, estão sujeitos a um maior número de erros. Diante disto, com a indústria 4.0, diferentes serviços podem ser aplicados para melhorar este contexto atual, através do uso de inteligência artificial e algoritmo genético, sistemas híbridos inteligentes, robôs e linhas totalmente automatizadas. As máquinas inteligentes são habilitadas para prever possíveis imperfeições e se reorganizar para evitar que tais imperfeições venham a ocorrer (DUARTE, 2018).

Tanto as expectativas, quanto as demandas dos clientes estão cada vez mais altas. Por isso, as indústrias precisam investir na elaboração de projetos diversificados e na fabricação de produtos especializados para fornecerem aos seus clientes. Isso não é uma tarefa fácil para a indústria têxtil tradicional, já que esta não apresenta uma estrutura operacional flexível. No entanto, como já foi relatado, este cenário pode ser modificado pela indústria 4.0, onde o emprego da tecnologia em processos de produção e logística permite uma maior flexibilidade, rapidez e agilidade nas cadeias têxteis (FARUK, 2018).

Dentre as vantagens que a implantação da indústria 4.0 apresenta no setor têxtil, destaca-se a redução do consumo de energia. A partir dos sistemas de produção baseados na tecnologia avançada, as máquinas iniciam funcionando automaticamente quando existe uma produção e param quando esta produção chega ao fim, alternando a sua configuração para modo de espera automaticamente, evitando o consumo de energia desnecessário. Isto é ótimo, visto que a indústria têxtil e vestuário podem apresentar um tempo de espera maior que o tempo de trabalho (FARUK, 2018).

Além disso, em uma fábrica inteligente, não há necessidade de uma boa iluminação no ambiente de trabalho, já que as máquinas podem exercer suas funções sem a necessidade de luz. Ao contrário das fábricas tradicionais, os ambientes em que ocorrem as atividades relacionadas à produção necessitam ser altamente iluminados, exigindo uma alta carga energética (SHROUF *et al.*, 2014).

Para tornar a indústria têxtil 4.0 em realidade, muitos desafios devem ser enfrentados. Esse novo estágio de desenvolvimento ocorrerá de forma mais rápida e eficiente, quando houver a máxima integração das indústrias manufatureiras tradicionais com a tecnologia inteligente.

4. Conclusão

Na presente revisão, foi constatada que este novo formato de indústria apresenta uma produção altamente integrada, automatizada e otimizada, possibilitando uma maior eficiência e alterações nas relações entre os fornecedores, produtores e clientes.

Com a expansão e a futura estabilização da indústria 4.0, possíveis alterações na vida industrial, social e econômica da população devem ocorrer. Dentre os constituintes mais importantes do uso da alta tecnologia nas indústrias, destacam-se: fábricas inteligentes, aplicativos de produção eletrônica e interação entre sistemas inteligentes.

A aplicação do conceito indústria 4.0 poderá causar impactos em diferentes tipos de indústrias, principalmente, nas indústrias de manufatura. As indústrias têxteis e de vestuário deverão estar abertas para se reorganizarem e inserirem os paradigmas dessa quarta revolução industrial. Caso contrário, se as indústrias forem indiferentes a tal inovação, perderão sua competitividade no mercado.

Em um futuro próximo, tornar-se uma indústria inteligente será uma necessidade. E essa transformação poderá trazer inúmeras vantagens no setor têxtil, solucionando problemas relacionados ao uso intensivo de mão de obra, custos de energia e incerteza do mercado. Além disso, possibilitará uma maior eficiência e produtividade nos processos de produção.

5. Referências

BAUERNHANSL, T., HOMPEL, M.T., VOGEL-HEUSER, B. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration. Springer-Verlag, Abraham-Lincoln-Strasse 46, Germany, Wiesbaden (WIE), 2014.

BRUNO, F. S. A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção a visão de futuro para 2030. – 2. Ed. – São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2017.

BUCKER, I., HERMANN, M., PENTEK, T., OTTO, B. Towards a methodology for Industrie 4.0 transformation. In Business Information Systems (bis) 19th International Conference, 209–221, Springer, 2016.

CHEN, Z.; XING, M. Upgrading of textile manufacturing based on Industry 4.0. 5th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering. Atlantis Press, 2015.

DAVIES, R. Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth. European Parliamentary Research Service, (September), 10, 2015.

DUARTE, A. Y. S. Future Trends in Production and Consumption in Textile and Fashion Design: The Fourth Industrial Revolution. Trends in Textile & Fashion Design. 1 (1), 2018.

El Estado del Arte de la Industria 4.0. Sistemas Avanzados de eficiencia productiva para la Industria 4.0, 2016. Disponível em: <http://intranet.aidimme.es/acceso_externo/difusion_proyectos/adjuntos_resultados/E1.1_COLAB_SAIN4_IMD_ECA201635_AIDIMME_2016.pdf>.

FARUK, O. The Rise of Smart Factories in the Fourth Industrial Revolution and Its Impacts on the Textile Industry. International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing, Vol. 6, No. 2, 2018.

HAMEED, B., DURR, F., ROTHERMEL K. RFID based Complex Event Processing in a Smart Real-Time Factory. Expert discussion: Distributed Systems in Smart Spaces, 2011.

HERMANN, M., PENTEK, T., OTTO, B. Design principles for Industrie 4.0 scenarios: A literature review. Tech. Rep. TR 2015-01, Technical university of Dortmund, Emil-Figge-Strasse 72, Dortmund (DTM), 2015.

JAZDI, N. Cyber physical systems in the context industry 4.0, automation, quality and testing robotics, in Proc. 2014 IEEE International Conference, p. 1-4, 2014.

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. & HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0. Tech. rep., Acatech National Academy of Science and Engineering, Lyoner Strasse 9, Frankfurt/main (FRA), 2013.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

KOCH, V., KUGE, S., GEISSBAUER, R. & SCHRAUF, S. Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet. Tech. Rep. TR 2014-2, PWC Strategy GmbH, United States, New York City, New York (NY), 2014.

KVK.KvK. Ondernemerspanel onderzoek: Smart Industry, 2–7, 2014.

LEE, J., BAGHERI, B., KAO, H. A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing letters 3, 18–23, 2015.

MCKINSEY DIGITAL. Industry 4.0 - how to navigate digitization of the manufacturing sector. McKinsey & Company, 1–62, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>>.

MOESTER, D. Securing the future for the Manufacturing Industry: Towards the adoption of the Smart Industry. Universidade de Twente, 2017.

PLESSES, C. J. D. A framework for implementing Industrie 4.0 in learning factories. Mestrado em Engenharia Industrial, Universidade de Stellenbosch, 2017.

PORTER, M. E., HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. Harvard Business Review, 2014. Disponível em: <<https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>>.

PORTER, M., HEPPELMANN, J. How Smart Connected Products are Transforming Companies. Harvard Business Review, p. 97–114, 2015.

RADZIOW, A., BILBERG, A., BOGERS, M., MADSEN, E.S. The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions, Procedia Engineering, 69, p. 1184–1190, 2014.

RÜßMANN, M., LORENZ, M., GERBERT, P., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P., HARNISCH, M. Industry 4.0: Future of the Productivity. Boston Consulting Group's BCG Perspectives. P. 21, 2015.

SCHLAEPFER, R., KOCH, M. Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Deloitte, 1–30, 2015.

SHROUF, F., ORDIERES, J., MIRAGLIOTTA, G. Smartfactories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm, in Proc. 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, p. 697-701, 2014.

SUNDMAEKER, H., GUILLEMIN, P., FRIESS, P. & WOELFFLE, S. Vision and challenges for realising the Internet of Things, vol. 20. EUR-OP, 2010.

WANG, S., WAN, J., LI, D., ZHANG, C. Implementing smart factory of industries 4.0: An outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, p. 1-10, 2016.

ZUEHLKE, D. Smart Factory - towards a factory-of-things. Annual Reviews in Control, vol. 34, p. 129-138, 2010.