

O FUTURO DA ERGONOMIA NA INDÚSTRIA 4.0

Marcos de Moraes Silva (Anhembi Morumbi)

marcos_morais_@hotmail.com

Luis Gustavo Bessa Onofrio (Anhembi Morumbi)

luis.onofrio@outlook.com

Guilherme Duarte de Barros (Engenharia de Produção)

guilherme.engmat.ufpel@gmail.com

No presente artigo é descrito sobre a importância da ergonomia em conjunto com a Indústria 4.0 e as possibilidades existentes para essa relação através de exemplos, aplicação e resultados, envolvendo redução de fadiga muscular, robôs envolvidos em chão de

Palavras-chave: Indústria 4.0, ergonomia, internet das coisas



1. Introdução

O tema Indústria 4.0 surgiu oficialmente durante a feira de tecnologia industrial em Hannover na Alemanha, em 2013 (ALBERTIN *et al.*, 2017). O conceito da Indústria 4.0 vem amadurecendo ao longo do tempo com os inúmeros avanços tecnológicos no setor e demonstra uma tendência promissora no futuro para as indústrias, principalmente do setor automotivo. A feira de Hannover de 2017, que teve como tema a indústria 4.0 e suas aplicações, mostrou que em alguns setores da indústria esse novo conceito já é uma realidade. De acordo com Hofmann *et al.* (2017) apud Albertin *et al.* (2017), ela mostrou que a implementação destas tecnologias já é realidade e está acontecendo “passo-a-passo”, transformando significativamente a forma de projetar, produzir, entregar e remunerar a produção.

Com o avanço da globalização, da internet e das tecnologias, a Indústria 4.0 está cada vez mais ganhando espaço nas fábricas e integrando máquinas, setores e processos. A tendência é fazer com que as máquinas, robôs ou qualquer tipo de tecnologia envolvida tenham autonomia para exercer a função. A Quarta Revolução pode contribuir também para os postos humanos, ampliando o leque de possibilidades e recursos na produção.

Assim o objetivo do presente artigo é estabelecer um panorama relacionando o futuro da ergonomia na indústria 4.0 e como todos esses avanços tecnológicos podem vir a ser utilizados nessa importante área da manufatura.

2. Objetivo

O presente artigo tem como objetivo evidenciar as evoluções tecnológicas da ergonomia frente a Quarta Revolução Industrial.

3. Metodologia

O trabalho é de natureza eminentemente bibliográfica e se iniciou com a pesquisa do tema *Ergonomics e Industry 4.0* na base de dados da *Journal of Ergonomics* e Scielo. Os artigos que relacionavam a Indústria 4.0 com a ergonomia foram selecionados.

Com os artigos definidos, foi feita uma busca nas referências dos mesmos com o objetivo de filtrar os conceitos com base nos autores originais. Essa busca foi feita através do Google Acadêmico.

4. Ergonomia

De acordo com Iida (2004) *apud* Freitas (2014), a ergonomia surgiu na Inglaterra em 1949 durante uma reunião com um grupo de cientistas foi proposto a criação de um novo ramo de aplicação da ciência, chamada ergonomia. Ergonomia vem do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras).

A ergonomia tem o objetivo de proporcionar o bem-estar do colaborador no ambiente de trabalho. Como ressalta Freitas (2014), é fundamental manter o bem-estar no trabalho porque a ergonomia visa à saúde, segurança e satisfação do colaborador para atingir os seus resultados. Uma definição bem estruturada a respeito do tema compete a *InternationalErgonomicsAssossiation* (IEA) que diz:

A ergonomia é disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e diferentes elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos com o objetivo de aperfeiçoar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

Ainda como enfatiza Iida (2004) *apud* Freitas (2014), a ergonomia procura reduzir os fatores negativos como fadiga, estresse, erros e acidentes e assim proporcionando um ambiente com mais segurança, saúde, conforto e mais produtivo. É enfatizado por Dul e Weerdmeester (2004) *apud* Freitas (2014), a ergonomia tende a solucionar uma série de problemas, contribuindo para um ambiente de trabalho mais saudável, seguro, confortável e eficiente.

É notável que os autores ressaltam a importância da ergonomia como um fator de redução dos acidentes e aumento da segurança e produtividade no trabalho, seja em uma fábrica ou em um escritório. A ergonomia contribui de certa forma com uma redução de custos na empresa de certa forma, já que o nível de absenteísmo e de produtividade aumentam com uma análise ergonômica bem fundamentada e orientada para o conforto do colaborador. De acordo com Freitas (2014), a ergonomia contribui de forma significativa para melhorar a qualidade e a eficiência das operações. Como é destacado por Lasota e Polańczyk (2018), postos de trabalho não ergonômicos resultam em ineficiência, baixa produtividade, doenças ocupacionais e lesões nos colaboradores. Os autores ainda destacam problemas com qualidade, aumento dos custos e taxa de absenteísmo.

Os ganhos em produção e qualidade, descritos por Iida (2004) *apud* Freitas (2014), com

trabalhos de conscientização chegam a aumentar em 10% a produtividade, contudo no caso de uma análise ergonômica no posto de trabalho foi possível observar uma redução em 25% nos custos de manutenção e produção.

5. A indústria 4.0 e os seus pilares

De acordo com Silveira (2016) *apud* Magalhães *et al.* (2017), a indústria 4.0 é um conceito de indústria que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, sendo aplicados nos processos industriais, com o intuito de deixá-los mais eficientes, autônomos e customizáveis.

É nítido que a indústria 4.0 se mostra uma tendência de ter como uma de suas bases principais o fluxo de informação não só do processo em si, como em etapas de desenvolvimento, *supplychain* e até o uso final do produto. De acordo com um estudo feito pela CNI (2016), a indústria 4.0 representa muito mais que a automação de um processo industrial, mas é a conexão digital da máquina com o produto.

A indústria 4.0 possui quatro componentes que são essenciais para sua existência, como é demonstrando na figura 1, e estes são a sua base. Como é destacado por Wagner *et al.* (2017), o *Cyber Physical Systems* (CPS) é definido como a sinergia entre o mundo físico e o virtual por meio de uma geração constante de dados utilizando sensores e influenciando nos objetos físicos. O segundo componente é a *SmartFactory* que, segundo Wagner *et al.* (2017), é a mais alta interação entre ser humano, máquina, produtos e recursos utilizando as mais avançadas tecnologias de comunicação e TI. Albertinet *et al.* (2017) destaca que o *Internet of Things* (IOT) é a interação de diversos dispositivos inteligentes que podem responder as mudanças no ambiente e o *Internet of Services* (IOS) é o ambiente no qual os serviços são disponibilizados com total conectividade. O IOS são os fornecedores, a completa infraestrutura dos serviços, seus modelos de negócio e os próprios serviços.

A Indústria 4.0 possui nove tecnologias fundamentais que representam uma crescente tendência de serem usadas nas fábricas futuramente. De acordo com o *Boston Consulting Group* (2015), muitas dessas tecnologias já são utilizadas na manufatura separadamente, mas a sinergia das mesmas aumentará a integração e otimizará o fluxo de produção.

As nove tecnologias são descritas da seguinte maneira, conforme o *Boston Consulting Group* (2015):

- *Big Data*: é o armazenamento, tratamento e análise de um grande conjunto de dados de diferentes fontes, representados pelos 5 V's: Velocidade, Volume, Variedade, Veracidade e Valor, que na indústria 4.0 poderá vir a se tornar um padrão para tomada de decisão em tempo real;
- Automação: permitirá que robôs se tornem mais flexíveis, cooperativos e mais independentes dos humanos. Eles se comunicaram entre si, através do *Machine-to-Machine*(M2M), e poderão aprender com humanos e com os próprios *bots*, através do *machinelearning*;
- Simulação: permitirá testar incontáveis variáveis tanto de serviço como de manufatura, possibilitando a tomada da decisão mais eficiente sem travar ou interromper o fluxo de valor da organização;
- Hiperconectividade onnipresente: tecnologia criada com a interação de outras tecnologias (*IOT, Cloud Computing e Big Data*), possibilitará o surgimento de ambientes ciberfísicos, os quais poderão operar sem a intervenção humana, devido a troca de dados entre os *bots* (M2M) e devido a capacidade de autoaprendizagem dos *bots* (*Machinelearning*).
- *Industrial Internet of Things*: será usada para conectar dispositivos entre si em uma escala global, descentralizando a análise e tomada de decisão. Geralmente as máquinas estão organizadas em uma espécie de automação por pirâmide, com uma inteligência limitada em um abrangente sistema de produção;
- *CyberSecurity*: é a segurança do conjunto de dados propriamente dita. Com os avanços tecnológicos da Indústria 4.0, novas ameaças devem surgir visto que a conectividade entre os diversos departamentos da empresa, seus fornecedores e clientes aumentará consideravelmente.
- *Cloud Computing*: já é uma tecnologia que é usada pelas empresas atualmente, mas na Indústria 4.0 esse conceito tende a ser muito mais abrangente. Sistemas que controlam o processo de manufatura serão baseados na *Cloud Computing*, e com os avanços tecnológicos de armazenamento na nuvem, o tempo de reação tende a ser alguns milissegundos;
- Manufatura Aditiva: também conhecida como Impressão 3D, permitirá a produção de lotes pequenos e altamente customizados, reduzindo custos de produção, estoque e aumentando a eficiência e até mesmo reduzindo desperdícios. Essa tecnologia surgiu

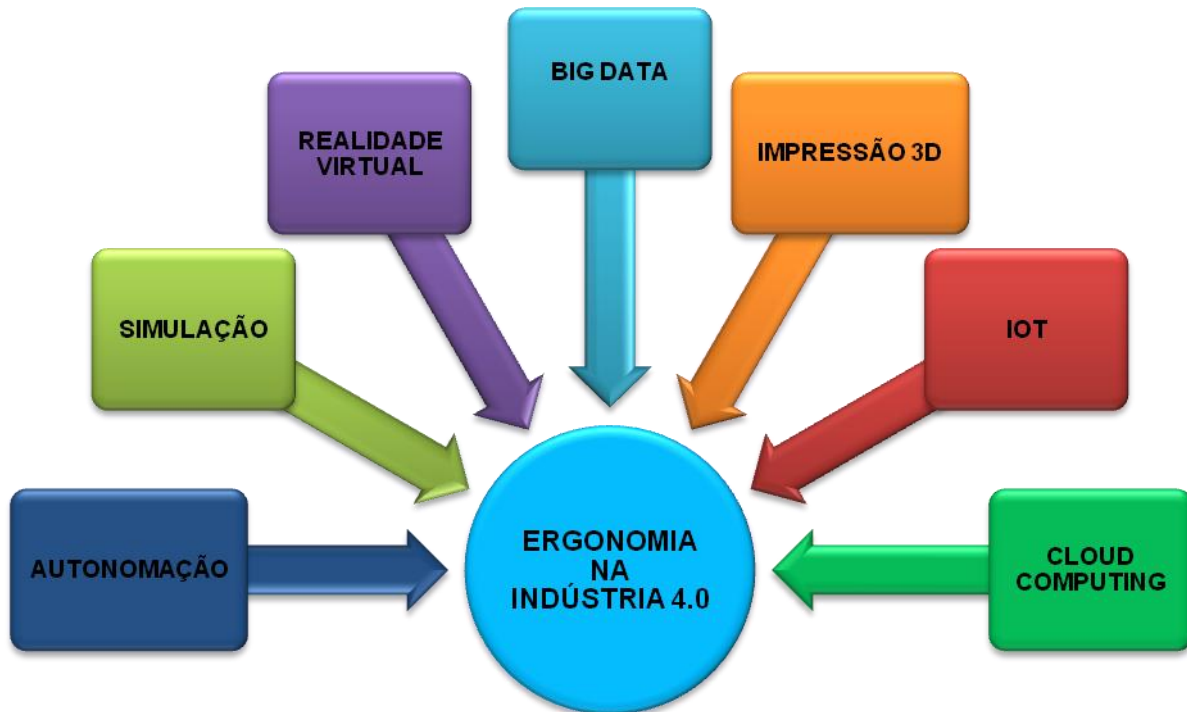
como técnica prototipagem rápida em 1984, mas agora torna-se um novo processo de fabricação;

- Realidade Aumentada: é o uso da informação em tempo real de um ambiente virtual para o mundo real, melhorando assim a tomada de decisão e os procedimentos de trabalho. A realidade virtual é uma via de mão única, do físico para o digital; com a realidade aumentada temos uma via de mão dupla, ou seja, podemos trazer o mundo digital para o mundo físico também. De acordo com o *Boston Consulting Group* (2015), um exemplo seria possibilitar ao colaborador instruções de reparo para uma peça na qual está diretamente no seu campo de visão com o uso de óculos de realidade aumentada.

6. Ergonomia na indústria 4.0

É notável que a Indústria 4.0 não é mais uma tendência e diversas áreas estão sendo influenciadas por essa nova realidade. A ergonomia também tende a passar por novas mudanças e aplicação de conceitos novos voltados a Indústria 4.0. Alguns pilares presentes na Indústria 4.0 tendem a ser tornar importantes aliados da ergonomia no futuro, como é o caso da manufatura aditiva e a simulação. Os periódicos mostram que já existem tecnologias que estão sendo usadas nas áreas representadas na figura 1 e que tiveram importantes resultados na busca de um ambiente mais ergonômico para os colaboradores.

Figura 1 – Áreas da Indústria 4.0 que estão relacionadas com a Ergonomia



Fonte: Autores

Com a revisão dos periódicos é possível observar que existem diferentes tecnologias que estão sendo usadas na Indústria 4.0; inclusive já com aplicações práticas, como é o caso da manufatura aditiva. As principais vantagens com o advento dessas tecnologias são apresentadas em resumo na figura 2.

Figura 2 – Principais vantagens da ergonomia nos pilares da Indústria 4.0



AUTONOMAÇÃO

- Miniza esforços;
- Identifica áreas inseguras;
- Proteção do colaborador;
- Melhora de postura;
- Maior na qualidade;
- Maior produtividade.



SIMULAÇÃO

- Redução dos custos de projeto;
- Maior acertividade;
- Redução do tempo de implementação;
- Análise de diferentes cenários.



REALIDADE VIRTUAL

- Melhor identificação dos riscos da área;
- Melhora da postura;
- Livre movimento das mãos;
- Redução dos movimentos repetitivos.



IMPRESSÃO 3D

- Maior qualidade;
- Maior produtividade;
- Melhor ergonomia das ferramentas;
- Projetos com formas complexas.



BIG DATA

- Análise de grande quantidade de dados;
- Identificação dos riscos ergonômicos;
- Resultados de projetos com maior acertividade.



IOT E CLOUD COMPUTING

- Análise de diferentes fontes de dados;
- Resultados obtidos em tempo real;
- Alta aproximação com a realidade;
- Dados de diferentes fontes de dados;
- Monitoramento de áreas com maior risco.

Fonte: Autores

6.1. Ergonomia e a robótica

De acordo com Munoz (2017), o desenvolvimento da tecnologia industrial gera uma nova interação entre homens com máquinas e sistemas artificiais e novos aspectos ergonômicos tendem a surgir. Os robôs colaborativos tendem a ser amplamente utilizados na indústria, visto que podem auxiliar os colaboradores no chão de fábrica ao manusear peças pesadas e em lugar sem espaço hábil para tal.

Munoz (2017) afirma que o robô e o colaborador trabalham em sinergia, fazendo com que o ser humano faça o mínimo de esforço possível. Essa tecnologia proporciona uma melhora significativa na ergonomia do ambiente da fábrica, já que o colaborador fará menos esforço ao

transportar peças.

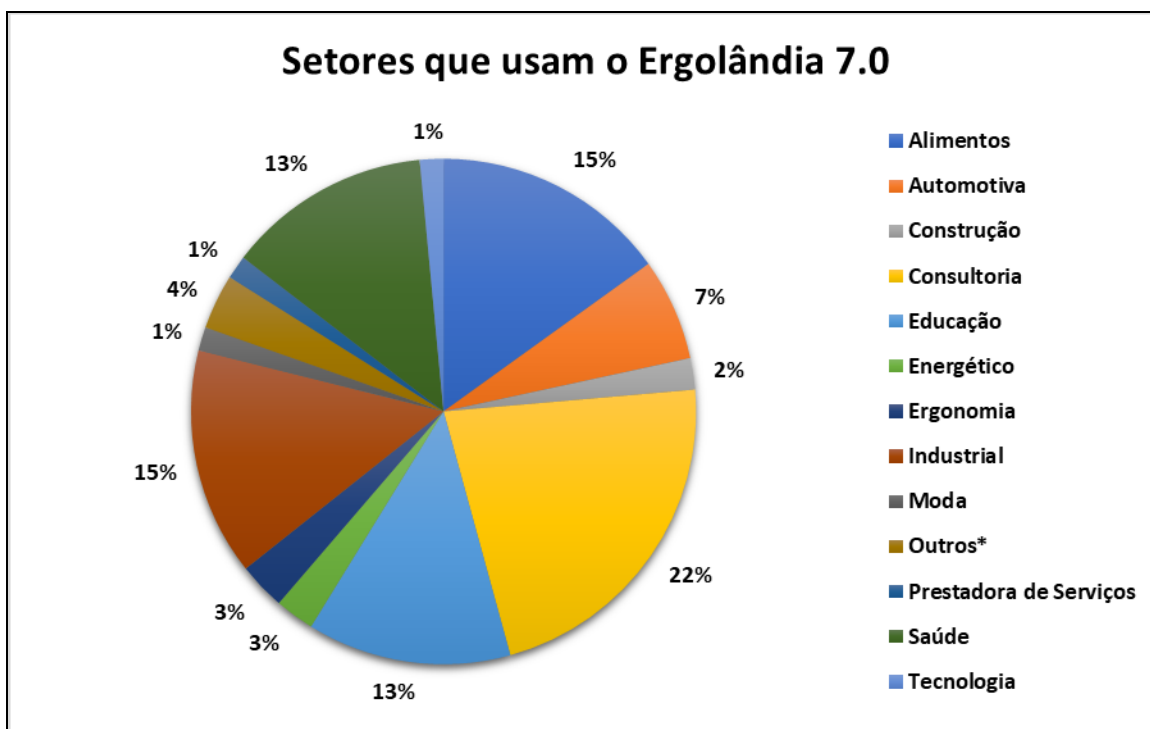
Um novo conceito que vem surgindo com o avanço da Indústria 4.0 são os exoesqueletos, aliás que já vêm sendo usados na indústria automotiva. De acordo com Munoz (2018), exoesqueletos podem tanto serem usados para proteção ao colaborador quanto para fornecer força para determinadas tarefas. Na indústria automotiva essa tecnologia vem sendo usada para reduzir movimentos repetitivos, corrigindo a postura das costas por exemplo, e esforços demasiadamente excessivos sobre o colaborador, principalmente nas articulações.

6.2. Ergonomia e a simulação

Outro aspecto importante que poderá vir a ser explorado em larga escala é a simulação de ambientes nas fábricas para o projeto de um novo posto de trabalho que seja o mais ergonômico possível. Essa simulação é feita com o *Motion Caption System* (MoCap) que capturam os movimentos reais de um ser humano e os transferem para um computador. Santos (2016) diz que o manequim digital é colocado no posto de trabalho com as posturas do colaborador reproduzidas e dessa maneira é analisado inúmeros aspectos de ergonomia do projeto. Como é citado por Santos (2016), essas simulações podem ser feitas considerando instantes específicos, conhecida como simulação estática, ou com os movimentos do colaborador durante uma tarefa em um período, conhecida como simulação dinâmica.

Um exemplo de *software* de simulação é o Ergolândia 7.0 da FBF Sistemas. O *software* permite a simulação de cenários com o uso de 26 ferramentas de análise ergonômicas. De acordo com a FBF Sistemas (2019), os seus clientes são representados por diversos setores diferentes, assim como é representado no gráfico 1. No gráfico 1 é apresentado o setor outros que representa a junção dos setores de agricultura, aviação, brinquedos, encomendas, jurídico, mineração, químico.

Gráfico 1 – Análise dos setores que usam o Software Ergolândia 7.0



Fonte: Autores

A análise desse gráfico mostra que o principal setor que usa o *software* é o de consultoria com 22%, seguido do setor de alimentos e industrial; ambos com 15%. Muitas dessas empresas de consultoria também são responsáveis por treinamentos dentro e fora das empresas, e essa parcela junto com o setor de educação; que representa 13% dos clientes da FBF Sistemas; indica que existe uma demanda forte de profissionais que saibam utilizar tal ferramenta. Além disso é possível observar o alcance de tal ferramenta visto os clientes da FBF Sistemas são dos mais diversos setores.

6.3. Ergonomia e a realidade virtual

A indústria 4.0 tem sido definida de muitas maneiras como a sinergia do mundo virtual com a realidade, tanto é que existe um pilar de realidade virtual como umas das tecnologias que vem revolucionando a manufatura. A ergonomia também tem relação com esse pilar, já que o uso da realidade virtual poderá trazer importantes melhorias para as questões ergonômicas do ambiente de trabalho.

Existem estudos para aplicativos de dispositivos móveis que podem vir a ser usados para melhorar os aspectos ergonômicos dos postos de trabalho. De acordo com Gašová, Gašo e Štefánik(2017), o aplicativo *CeitErgonomicsAnalysisApplication* (CERAA) evidencia os riscos associados a um posto de trabalho avaliando as condições espaciais e condições de

trabalho. O aplicativo, que é de autoria própria de Martina Gašová, Martin Gašo e AndrejŠtefánik, não necessita de um especialista em ergonomia, apenas o conhecimento do projeto e do local de trabalho já são suficientes. O aplicativo mostra na tela do celular aspectos importantes de ergonomia, como aspectos antropométricos e espaciais do posto de trabalho.

Como é destacado por Munoz (2018), alguns problemas que podem ser causados com o uso exaustivo desses equipamentos que são em sua maioria fadiga, desorientação, efeito claustrofóbico e ansiedade. Esses efeitos são reduzidos com o uso correto dos mesmos e com o avanço da legislação e normas regulamentadoras para o uso desses equipamentos.

6.4. Ergonomia e big data

Big Data, *Cloud Computing* e *IoT* mostram como três tecnologias que quando estão em sinergia e assim tendem a serem uma poderosa ferramenta de análise de dados e tomada de decisão. Os riscos ergonômicos podem ser analisados utilizando tais tecnologias e a sua precisão pode ser elevada em relação aos métodos convencionais. Contudo, esse tipo de análise não pode ser feito pelos métodos convencionais. Emanuele (2016) enfatiza que os métodos convencionais de análise não conseguem lidar com uma base de dados tão grande, complexa e volátil. A autora destaca que nesses casos, devem ser considerados dados e parâmetros operacionais específicos de áreas onde se tem o maior risco ergonômico.

Walker e Strathie (2015) publicaram um estudo a respeito de uma análise de riscos na linha férrea de Londres, Inglaterra, onde foi utilizado dados *ODTR* (*On-Train Data Record*), que seria uma espécie de caixa preta, que mostra dados e parâmetros da operação e condução dos trens. Foram selecionados sete métodos ergonômicos que aliados com o *Big Data* mostraram resultados, que pelos métodos convencionais não seria possível, para auxiliar na identificação dos riscos da área. Como é destacado por Walker e Strathie (2015), a relação entre os métodos de ergonomia e *Big Data* pode trazer uma variedade de novos *insights* para a área.

6.5. Ergonomia e a impressão 3D

Com a análise de dados do *Big Data* é possível explorar outro campo da Indústria 4.0 que tem mostrado um enorme potencial, que é a Impressão 3D ou Manufatura Aditiva. Conforme é destacado por González *et al.*(2018), a impressão 3D pode trazer benefícios importantes, como a customização, otimização e a possibilidade de manufaturar objetos com geometria complexa. González *et al.*(2018) realizou um estudo com 135 cirurgiões para que fosse desenvolvido uma nova ferramenta laparoscópica de acordo com o uso feito pelos

profissionais do Centro de Cirurgia de *Mínima Invasión Jesús Usón* (CCMIJU); que fica localizado em Cáceres, na Espanha.

González *et al.* (2018) destaca que instrumentos de precisão, como é o caso da ferramenta do estudo, precisa ser ergonomicamente compatível com a características antropométricas do usuário para que possa ter uma eficiência adequada. De acordo com as características antropométricas da mão dos cirurgiões foi desenvolvido um novo modelo da ferramenta que se mostrou mais eficiente que o antigo modelo.

González *et al.* (2018) destaca que o estudo mostra que a manufatura aditiva aliada com critérios ergonômicos pode levar ao design e construção customizável de ferramentas específicas que consigam atender diversos profissionais nos diferentes setores da indústria.

7. A legislação brasileira

Com relação a legislação brasileira sobre o tema, vale ressaltar que em 14/03/2018 foi criada um anexo a NR-12 que esclarece o uso de robôs colaborativos na indústria. Na época, de acordo com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e o Ministério do Trabalho (MTb), o objetivo desse esforço conjunto das duas instituições é eliminar as barreiras para a robotização na indústria brasileira. De acordo com o anexo a NR-12, os auditores do MTb usarão a nota para fiscalizar as questões de segurança e riscos aos trabalhadores no uso dos diferentes modelos e marcas de robôs colaborativos. Esse é um importante passo para a robotização da indústria brasileira e faz parte das medidas que consistem na Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, que foi lançada pelo MDIC e pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) no Fórum Econômico Mundial América Latina.

8. Conclusão

Portanto, diante da Quarta Revolução Industrial é evidente que a ergonomia terá um papel relevante nesse novo cenário. Os periódicos de Ergonomia sugerem que essa área sofrerá transformações radicais que irão impactar positivamente na saúde do colaborador, seja com softwares ou mesmo robôs auxiliando nas tarefas operacionais.

Mesmo com a alta automatização das fábricas, a ergonomia do ambiente de trabalho ainda é um recurso que não será deixado em segundo plano e será levado em conta nos futuros projetos durante os próximos anos visto que um ambiente que não é ergonômico afeta

diretamente o nível de produtividade do operador. Outro ponto importante é com relação a legislação referente ao tema, já que temos em andamento a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 e foi feita alterações na NR-12 em vista da regularização do uso de robôs colaborativos nas fábricas demonstrando que o governo tem uma clara visão sobre a importância dessas novas tecnologias no âmbito da ergonomia.

Dessa forma, a integração entre máquinas, tecnologias e pessoas tendem a integralizar maior colaboração entre si, fazendo que a Indústria 4.0 tenha influência direta em todo o processo, viabilizando inúmeras possibilidades e resultando em cada vez mais resultados positivos.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M. R.; ELIENESIO, M. L B.; AIRES, A. S. **Desafios e oportunidades da Indústria 4.0 no Brasil.** XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO, 2017. Disponível em: <<http://abepr.org.br/publicacoes/index.asp>>. Acesso em 17/01/2019.

BOSTON CONSULTING GROUP. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Citado por: Michael Rüßmann, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch, abril 2015. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx>. Acessado em 20/01/2019.

EMANUELE, Ciarapica Filippo. *Big Data Analytics as a Tool for Reducing Ergonomics Risk.* *Journal of Ergonomics.* Vol 7, Ed 173, 2017. Disponível em: <<https://www.omicsonline.org/open-access/big-data-analytics-as-a-tool-for-reducing-ergonomics-risk-2165-7556-1000e164.php?aid=82768>>. Acesso em 05/01/2019.

FREITAS, Marcelo Pinto de. **A importância da Ergonomia no Ambiente de Produção.** IX SAEPRO: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, 2014. Disponível em: <<http://www.saepr.ufv.br/wp-content/uploads/2014.5.pdf>>. Acesso em 19/01/2019.

GAŠOVÁ, Martina; GAŠO, Martin; ŠTEFÁNIK, Andrej. *Advanced Industrial Tools of Ergonomics Based on Industry 4.0 Concept.* Scielo. Artigo para conferência *Transcom-International scientific conference on sustainable, modern and safe transport.* Universidade de Žilina, Eslováquia. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817325845>>. Acesso em 10/02/2019.

GONZÁLES, Alfonso Gonzáles; SALGADO, Davi Rodrigues; MORUNO, Lorenzo García; RÍOS, Alonso Sánchez. *An Ergonomic Customized-Tool Handle Design for Precision Tools using Additive Manufacturing: A*

Case Study. Applied Sciences - MDPI. Basel, Suíça. 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-3417/8/7/1200>>, Acesso em: 05/02/2019.

LASOTA, Andrzej Marek; POLAŃCZYK, Eunika Baron. *A Computerized Tool For Education And Training On Ergonomic Risk Evaluation. Multidisciplinary Aspects of Production Engineering* – MAPE, vol. 1, 2018. Disponível em: <<https://content.sciendo.com/abstract/journals/mape/1/1/article-p759.xml>>, Acessado em: 07/02/2019.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Norma de Segurança do Trabalho no Brasil Permitirá Robotização na Indústria.** Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3134-norma-de-seguranca-do-trabalho-no-brasil-permitira-robotizacao-da-industria>>. Acesso em 19/01/2019.

MUNOZ, Luis Miguel. *Ergonomics in the Industry 4.0: Collaborative Robots. Journal of Ergonomics*. Vol 7, Ed 173, 2017. Disponível: <<https://www.omicsonline.org/open-access/ergonomics-in-the-industry-40-collaborative-robots-2165-7556-1000e173.pdf>>. Acesso em 05/01/2019.

MUNOZ, Luis Miguel. *Ergonomics in the Industry 4.0: Exoskeletons. Journal of Ergonomics*. Vol 7, Ed 173, 2017. Disponível em: <<https://www.omicsonline.org/open-access/ergonomics-in-the-industry-40-exoskeletons-2165-7556-1000e176-98328.html>>. Acesso em 05/01/2019

MUNOZ, Luis Miguel. *Ergonomics in the Industry 4.0: Virtual and Augmented Reality. Journal of Ergonomics*. Vol 7, Ed 173, 2017. Disponível em: <<https://www.omicsonline.org/open-access/ergonomics-in-the-industry-40-virtual-and-augmented-reality-2165-7556-1000e181-105213.html>>. Acesso em 05/01/2019.

SANTOS, William Rodrigues. **Análise do uso integrado de um sistema de captura de movimentos com um software de modelagem e simulação humana para incorporação da perspectiva da atividade.** Scielo. Universidade Federal de São Carlos, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/2016nahead/0104-530X-gp-0104-530X1758-14.pdf>>, Acesso em 10/02/2019

WAGNER, Tobias; HERRMANN, Christoph; THIEDE, Sebastian. *Industry 4.0 Impact on Lean Production Systems. The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827117301385>>. Acesso em 05/01/2019.

WALKER, Guy; STRATHIE, Ailsa. *Big data and Ergonomics Methods: A New Paradigm for Tackling Strategic Transport Safety Risks. Applied Ergonomics*, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687015300806>>. Acesso em 05/01/2019.