

(x) Graduação () Pós-Graduação

POTENCIAIS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA ERGONOMIA

**Ana Carolina dos Santos,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
carolina_santos@ufms.br**

**Débora Regina Antunes Vieira,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
debora.vieira@ufms.br**

**Tatiele Martins Amaral,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
tatiele.martins@ufms.br**

**Denise Franco,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
denise.franco@ufms.br**

RESUMO

A Ergonomia apresenta grande importância quando falamos em maior bem estar aos colaboradores de uma empresa e na maximização da sua produtividade. Juntamente disso, evoluções globais e tecnológicas crescentes, como as da Indústria 4.0, surgem novas exigências diante do trabalhador. Nesse sentido, o presente trabalho, teve como o objetivo fundamentar-se em uma pesquisa bibliográfica, para analisar e discutir os impactos positivos que essa nova revolução industrial pode causar dentro dos princípios da Ergonomia e. A partir dos sete pilares dessa Revolução, entendeu-se as melhorias que estes podem trazer para essas áreas de estudo, como a redução de esforços, a detecção de áreas com baixa segurança, a maior produtividade, a minimização de movimentos repetitivos, a oportunidade de planejamentos mais coerentes a partir de realidade virtual, dentre outros. A partir disto, conclui-se que a Indústria 4.0 é uma grande aliada da Ergonomia, visto que além de benefícios para o bem estar dos colaboradores, também oferece melhorias significativas para o desenvolvimento das empresas. Por fim, sugere-se que as pesquisas continuem, na tentativa de maximizar os conhecimentos sobre o tema, uma vez que este é recente e pouco estudado.

Palavras-chave: Ergonomia 4.0; Quarta Revolução Industrial; I4.0; efeito.

1 INTRODUÇÃO

Diante das evoluções globais e tecnológicas crescentes da Indústria 4.0, novas exigências surgem diante do trabalhador. Assim, verifica-se que há a necessidade progressiva de melhores formações e profissionais mais capacitados no mercado de trabalho, que desenvolvam habilidades, sem minimizar a segurança, o bem-estar físico e psicológico, além do contentamento perante o ambiente de trabalho diário, como visto em conceitos dentro do campo de estudo da Ergonomia (ROCHA; AKKARI, 2018).

A Indústria 4.0 objetiva uma maior eficiência em diferentes tipos de processos industriais. Esta nova revolução engloba uma ampla inserção digital e busca aliar o processo de fabricação com a Inteligência Artificial. Sendo assim, esta se torna a revolução mais eficiente até então, a qual possui a capacidade de elevar a aptidão técnica dos indivíduos dentro das organizações (SCHREIBER, 2020 apud MRUGALSKA, 2017).

Dessa forma, entende-se que além do desenvolvimento tecnológico, o desenvolvimento humano também deve ser destacado. Afinal, cada vez mais almeja-se melhorar produtos e processos, mas há também a necessidade de procurar reduzir a fadiga do trabalhador ao mesmo tempo que aumenta-se sua produtividade. Por conseguinte, é essencial que os tomadores de decisão visem também melhorias quando se trata de seus funcionários, o que pode ser correspondido pelos métodos da Ergonomia e Saúde e Segurança do Trabalho (SCHREIBER, 2020).

Ademais, com tantos avanços globais, o maquinário das indústrias também se tornou mais tecnológico e autônomo, fazendo com que a produção seja mais eficiente. Entende-se, então, que o trabalhador surge nesse momento como um auxiliador que apresenta habilidades que a Inteligência Artificial não faz por si só. Dessa forma, ao pensar a manufatura nessa nova era correlacionada ao funcionário, compreende que, a sua satisfação e bem-estar no trabalho, conseqüentemente, fará com que este também seja mais produtivo (SILVA *et al.*, 2019).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo é fundamentar-se em uma pesquisa bibliográfica, para analisar e discutir os impactos positivos que a nova revolução industrial pode causar dentro dos princípios da Ergonomia.

O artigo está estruturado da seguinte forma, a próxima seção apresenta a Revisão da Literatura, em que discorre-se sobre os conceitos de Ergonomia e a Indústria 4.0 e seus pilares. O Método de Pesquisa é mostrado na terceira seção, em seguida, tem-se a apresentação dos Resultados e Discussões e, por fim, as Considerações Finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Ergonomia

A Ergonomia teve origem na Inglaterra em 1949, no decorrer de uma reunião, onde uma equipe de cientistas sugeriu a concepção de um novo campo para o propósito da ciência. A palavra Ergonomia vem do grego, dado que, “ergon” significa trabalho e “nomos” lei ou regras (IIDA, 2004 apud FREITAS, 2014).

Conceitua-se a Ergonomia como um estudo do trabalho que busca analisar sua conexão com o ambiente ao qual está desempenhado (ambiente de trabalho) com os que desempenham (colaboradores). Contudo, é válido dizer que a Ergonomia pode ser utilizada em projeto de máquinas, sistemas e tarefas, e equipamentos, contando com a finalidade de aprimorar o conforto, segurança, saúde e eficiência no trabalho (DUL; WEERDMEESTER, 1995, p. 17). Diante disso, diversos autores conceituam a Ergonomia como uma ciência aplicada em diversos aspectos, como:

- Pode ser compreendida como o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, ambiente e equipamentos, e principalmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia para a resolução dos problemas que emergiram devido a esse relacionamento (IIDA, 2005).
- O conjunto de conhecimentos científicos referente ao homem, visando a necessidade para a produção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser manuseados e operados com o maior conforto possível, com o foco voltado tanto para segurança quanto para a eficácia (WISNER, 1987).
- Nova ciência que ultrapassa o ponto de vista médico ortodoxa voltada ao homem, para, com a coparticipação da psicologia, desenho industrial, engenharia industrial, entre outras, para conceber, transformar ou aprimorar o trabalho às particularidades humanas (GUIMARÃES, 1999).

Em visto disso, observa-se diversas formas de definições da Ergonomia, mas o enfoque permanece o mesmo, ou seja, está sempre voltado ao homem e ao seu processo de trabalho, a fim de acabar com os esforços e riscos, na busca contínua de melhorias do conforto e da eficiência do sistema (WACHOWICZ, 2013).

Assim como a origem da Ergonomia tal como suas progressões estão diretamente relacionadas às transformações nos segmentos da saúde, da economia, das tecnologias e das

técnicas que se sucedem dentro dos sistemas produtivos. Desde a produção artesanal bem como a automação, informatização dos postos de trabalho e tarefas a serem executadas. Essas transformações estabelecem, então, ao trabalhador e às máquinas um conjunto de adequações.

2.2 Fundamentos da Indústria 4.0 e seus pilares

Compreende-se que as inovações tecnológicas são fatores que contribuem para a evolução da Indústria e proporcionam trabalhos mais eficientes, qualificados e dinâmicos. O extenso histórico de revoluções industriais, englobadas aos grandes avanços tecnológicos atuais resultaram no que chama-se de Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 (BOETTCHER, 2015).

A Indústria 4.0 é caracterizada pelo vínculo completamente íntegro entre as tecnologias de informação e comunicação, possibilitando atingir novos patamares de produtividade, flexibilidade, qualidade e gerenciamento. Logo, pode permitir a constituição de novos modelos de negócios e estratégias para as corporações (SACOMANO; SÁTYRO, 2018).

Sendo assim, o conceito de Indústria 4.0 baseia-se na digitalização e integração entre mídias físicas e digitais, concentrando-se efetivamente na automação dos processos de produção e integração em toda a cadeia de valor (FIRMINO *et al.*, 2020). Ou seja, refere-se a uma nova abordagem de indústria, uma vez que abrange as principais inovações tecnológicas nas áreas de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura (SILVEIRA, 2016).

Desse modo, a Indústria 4.0 engloba nove pilares na forma de tecnologias altamente precisas, que visam transformar a manufatura de forma eficiente e inovadora. São elas: Realidade Aumentada, *Big Data*, Robôs Autônomos, Simulações, Manufatura Aditiva (MA), Sistemas Integrados, Computação na Nuvem, Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) e a Segurança da Informação. A utilização dessas tecnologias já está em alta em alguns países, já que as mesmas contribuem para eficácia do padrão 4.0 (ESTÉVEZ, 2016).

A seguir define-se cada uma dessas tecnologias:

- Realidade aumentada: A realidade aumentada, também conhecida como realidade expandida, consiste na associação dos componentes ou informações do mundo virtual para com o mundo real, através de uma câmera ou, especificamente, óculos de realidade aumentada, que comumente são utilizados também na realidade virtual, na tentativa de criar a sensação de presença em um ambiente virtual. Dessa forma, a realidade

aumentada propõe dados primordiais e em tempo real que poderão ser utilizados na concepção de projetos. Podem ser implementadas em diversos segmentos da economia e corporações (CARDOSO, 2016 apud TOTAL IMMERSION, 2016).

- *Big Data*: Empresas de todos os portes buscam o sucesso através de informações na hora exata e no momento certo, dessa forma o *Big Data* auxilia as corporações por meio do processamento, análise, e gerenciamento de informações em alto volume. Ou seja, o *Big Data* corresponde a um alto nível de volumes de dados estruturados, que tendem a colaborar com *insights*, se forem aplicados corretamente, e, conseqüentemente, visam auxiliar na tomada de decisão e no planejamento estratégicos das empresas (SAS, c2021). As informações que fazem parte do *Big Data* são processadas da maneira mais rápida e eficiente, e podem ser providas de fontes distintas, como: bancos de dados, GPS, sensores de máquinas, sensores meteorológicos, redes sociais, transações bancárias, entre outros.
- Robôs Autônomos: Consistem em realizar funções atribuídas de maneira autônoma, assim não necessita especificamente da mão de obra humana para operá-los constantemente. Esses equipamentos podem operar em lugares limitados para humanos e dispõe da capacidade de interação com o ambiente ao qual está inserido. Pode, ainda, atuar por muitas horas sem o monitoramento contínuo de humanos. Estes dispositivos são capazes de desenvolver novas funções e, possivelmente, se auto programarem permitindo, assim, serem utilizados em processos de produção flexível (CARDOSO, 2016).
- Simulações: A tecnologia da simulação baseia-se em computadores e conjuntos de técnicas que criam modelos digitais e estabelecem um relacionamento complexo entre diversas variáveis contidas em um sistema, de maneira que reproduz processos do mundo real. Diante disso, essa tecnologia possibilita simular operações e movimentos dos colaboradores, a fim de prever até mesmos os futuros problemas ergonômicos, por exemplo (CARDOSO, 2016 apud FIGUEREDO, 2012).
- Manufatura Aditiva (MA): É constituída por tecnologias digitais que produz objetos físicos através de um modelo digital. A MA é conhecida como impressão 3D, justamente pelo fato de produzir itens em 3D, e sua característica mais trivial é a construção de

camadas, ou seja, os equipamentos trabalham adicionando camada de material, uma sobre a outra, até que finalize o produto final, propiciando assim a produção de produtos com formatos complexos e de tamanhos variados (CARDOSO, 2016 apud STEFANI, 2014).

- **Sistemas Integrados:** É compreendido pela ligação entre diversos sistemas de computação e aplicações de *software*, física ou funcionalmente, que visam operar inteiramente de modo sistematizado, permitindo assim a transferência de informações entre sistemas. Informações estas que ocorrem em tempo real e podem influenciar nas tomadas de decisões gerenciais, assim como, em decisões estratégicas. A integração verticalizada dos sistemas não se restringe apenas a um ambiente específico, mas visa conectar os fornecedores, consumidores, fabricantes e cadeias logísticas, concebendo oportunidades de abertura de novos empreendimentos, sendo por *upgrade* e desenvolvimento de novos produtos (CARDOSO, 2016 apud ARKTIS, 2016).
- **Computação na Nuvem:** Essa tecnologia consiste no arquivamento de documentos e informações através da conexão com a *Internet*, possibilitando ter um imenso espaço de armazenamento. É extremamente eficiente dentro das empresas, uma vez que dispõe de informações empresariais que podem ser acessadas por toda a corporação. Sendo assim, faz-se necessário apenas um *browser* no aparelho, que logo oferece a possibilidade de acessar dados armazenados a qualquer momento e qualquer lugar (AZURE MICROSOFT, c2021).
- **Internet das Coisas (IoT):** É a tecnologia que fornece a conexão do mundo real com o virtual, por meio de uma rede de dispositivos que está conectada com um determinado usuário. Isso ocorre por meio de *software* e sensores inteligentes que estabelecem a transmissão de dados, possibilitando a conexão entre diversos aparelhos, e sua utilidade pode ser a mais diversificada possível. Como exemplo tem-se a possibilidade de interação entre eletrodomésticos, como a geladeira, e um dispositivo digital que informará a falta de suprimentos, e dessa forma pode emitir uma mensagem ou alerta, assim o usuário se mantém informado e pode dar o provimento aos produtos escassos (NETSCAN, s.d.).
- **Segurança da Informação:** Segurança da informação ou Segurança Cibernética envolve

suportes de *hardware* e/ou *software* que estabelecem proteção à ativos de informações. Ela atua como um tratamento para possíveis riscos que podem colocar em perigo informações processadas, armazenadas e transportadas pelos sistemas de informação que estão conectados entre si. Desse modo, a ciber-segurança oferece proteção a dispositivos contra perigos da *Internet*, uma vez que os meios de comunicação precisam ser cada vez mais confiáveis e sofisticados (RUBMANN *et al.*, 2015).

3 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho faz uso do método de pesquisa bibliográfica, o qual, segundo Gil (2002), é desenvolvido por meio de referências teóricas buscadas em livros, dissertações e artigos de revistas. Ainda segundo o autor, a utilização destas referências faz com que os argumentos da pesquisa tornam-se plausíveis, além de permitir que uma vasta quantia de informações sejam investigadas ao mesmo tempo, o que é de extrema relevância para pesquisas como esta, que abordam temas novos na literatura científica:

[...] a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço (GIL, 2002, p. 3).

Ademais, Gil (2002) também afirma que a pesquisa bibliográfica pode ser considerada como o primeiro contato do pesquisador com informações verídicas do tema que será colocado em questão, uma vez que a finalidade desse tipo de pesquisa é colocar o pesquisador em contato com o que já se sabe sobre o assunto.

As referências utilizadas para a elaboração do presente trabalho são de no máximo cinco anos e foram retiradas das plataformas: Google Scholar, Scielo, ENEGEP e Periódicos CAPES. Ademais, os termos chaves buscados foram: “Indústria 4.0 e Ergonomia”, “Indústria 4.0 e Segurança no trabalho” e “Ergonomia 4.0”.

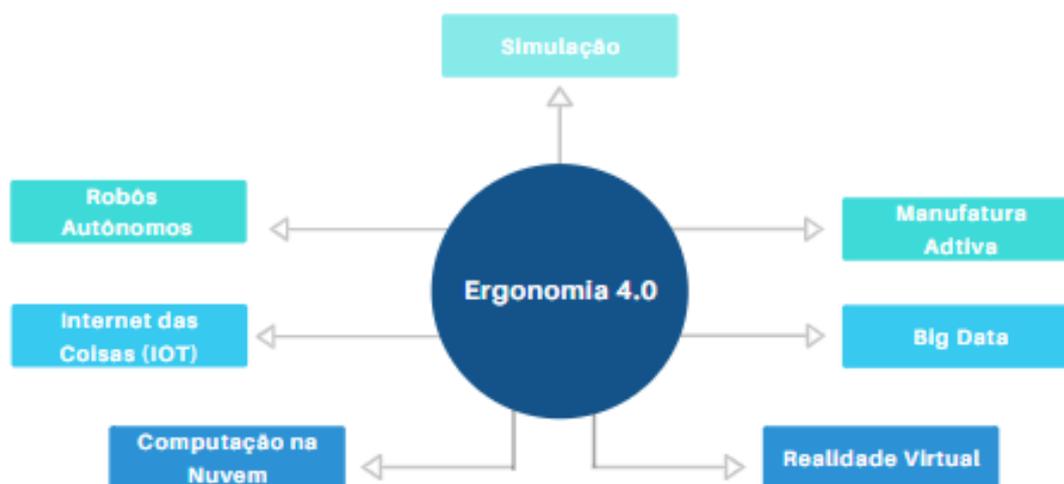
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ergonomia 4.0

A Ergonomia tende a acompanhar as revoluções tal como desfrutar dos atributos fornecidos por elas. Assim, atualmente, alguns dos pilares da Quarta Revolução Industrial tendem a criar vínculos com a Ergonomia no futuro, como é o caso da Manufatura Aditiva e a

Simulação (SILVA *et al.*, 2019). Estudos apontam que algumas das tecnologias da Indústria 4.0 estão sendo implementadas na Ergonomia, conforme representadas na Figura 1.

Figura 1: Pilares da Indústria 4.0 associados à Ergonomia



Fonte: Adaptado de SILVA *et al.*, (2019).

As tecnologias da Indústria 4.0 oferecem vantagens em diversas áreas e sua aplicação na Ergonomia resulta em benefícios. A seguir, as tecnologias que trazem vantagens para a Ergonomia 4.0 são detalhadas.

- **Robôs Autônomos na ergonomia:** Os robôs autônomos tendem a fornecer grandes vantagens no contexto ergonômico, como auxiliar os colaboradores no seu ambiente de trabalho, bem como diminuir os esforços físicos dos trabalhadores e facilita tanto o manuseio de peças pesadas, quanto em ambientes sem espaço adequado para a execução de uma determinada tarefa. Segundo Munoz (2018), o robô e o colaborador trabalham por meio de uma colaboração, ou seja, faz com que o homem exerça o mínimo de esforço possível. Um exemplo disso, é uma nova abordagem tecnológica que já vem sendo implementada nas indústrias automotivas. Ela é compreendida como os Exoesqueletos, que são empregados como meio de proteção ao colaborador e proporcionam força para a execução de uma determinada atividade (MUNOZ, 2018). Diante disso, a indústria automotiva já vem utilizando a tecnologia dos Exoesqueletos, a fim de minimizar os movimentos repetitivos, corrigir a postura das costas e esforços

exageradamente excessivos sobre o trabalhador, em especial os esforços nas articulações (SILVA *et al.*, 2019).

- **Simulação na Ergonomia:** A simulação possibilita simular operações e movimentos dos trabalhadores no ambiente de trabalho, possibilitando presumir problemas ergonômicos futuros. Dessa forma, a simulação permite, por meio de *softwares* e ferramentas, auxiliar projetistas a projetar sob aspectos ergonômicos nos postos de trabalho, a fim de fornecer capacidade de desenvolver análises que visam reduzir os perigos e ameaças ao operador, possibilitando até mesmo prever riscos ao trabalhador antecipadamente ao operar em um determinado posto de trabalho (FEYEN *et al.*, 2000). Exemplo disso, é o *software Tecnomatix® Jack Human Simulation*, que por meio de ferramentas gráficas permite a compreensão das simulações de situações reais de trabalho, compreendendo o ambiente e, exclusivamente, o ser humano (BRAATZ *et al.*, 2012).
- **Realidade Virtual na Ergonomia:** A Realidade Virtual (RV) visa proporcionar, melhorias significativas em relação à concepção ergonômica no ambiente de trabalho. Alguns estudos apontam o uso de aplicativos com RV como um meio de possibilidade para melhorar questões ergonômicas dos postos de trabalho. Como exemplo o aplicativo *Ceit Ergonomics Analysis Application (CERAA)* que destaca as ameaças e perigos relacionados a um posto de trabalho analisando as condições espaciais e de trabalho (GAŠOVÁ *et al.*, 2017). Esse aplicativo, somente com a compensação do projeto e o local de trabalho, exibe na tela do aparelho celular conceitos ergonômicos relevantes ao usuário, bem como as perspectivas antropométricas e espaciais do posto de trabalho (SILVA *et al.*, 2019).
- **Big Data, IoT e Computação na Nuvem na Ergonomia:** A associação entre alguns dos pilares da Indústria 4.0, bem como as três tecnologias, tendem a fornecer uma forte conexão como uma ferramenta de análise de dados e tomada de decisão. Viabilizando assim, uma forma de analisar através dessas tecnologias possíveis riscos ergonômicos com alto grau de exatidão, ao qual não é possível através dos métodos convencionais. De acordo com Emanuele (2016), os procedimentos convencionais para essas análises, não são capazes de executar bases de dados extensas, complexas e voláteis. Em casos

como esses, deve-se levar em consideração tecnologias avançadas e, exclusivamente, em áreas de maiores riscos ergonômicos.

- **Manufatura Aditiva na Ergonomia:** Assim como as demais tecnologias da Indústria 4.0 que visam fornecer benefício à Ergonomia, a Manufatura Aditiva também pode oferecer grandes vantagens. Para González *et al.* (2018), essas vantagens são a otimização dos processos, a customização dos produtos e a possibilidade de manufaturar objetos com geometria complexa. A MA tem potencial de proporcionar meios de melhorias ergonômicas, como no *design* e produção customizável de ferramentas próprias que dispõe da capacidade de englobar diversos colaboradores em diferentes setores industriais (GONZÁLEZ *et al.*, 2018).

O Quadro 1 sintetiza os benefícios apresentados dessas tecnologias da Indústria 4.0 para a Ergonomia (Ergonomia 4.0).

Quadro 1: Ergonomia 4.0

Ergonomia 4.0	
Pilares	Benefícios na Ergonomia
Robôs Autônomos	<ul style="list-style-type: none"> ● Reduz esforços; ● Detecta as áreas com baixa segurança; ● Fornece segurança e proteção ao colaborador; ● Oferece melhoria na postura; ● Maior qualidade; ● Maior produtividade.
Simulação	<ul style="list-style-type: none"> ● Minimização de gastos com projetos; ● Transparência; ● Minimização do tempo de integração; ● Averiguação de diferentes tipos de cenários, em aspecto ergonômicos.
Realidade Virtual	<ul style="list-style-type: none"> ● Proporciona melhoria ao detectar ameaças no ambiente; ● Oferece melhoria na postura; ● Mãos com movimento livres; ● Minimização de movimentos

	repetitivos.
Manufatura Aditiva	<ul style="list-style-type: none"> ● Melhoria qualidade; ● Melhoria na produtividade; ● Melhor Ergonomia das ferramentas; ● Possibilita criar projetos com formas complexas.
Big Data, Internet das Coisas (<i>IOT</i>) e Computação na Nuvem	<ul style="list-style-type: none"> ● Verificar grandes volumes de dados; ● Permite detectar ameaças ou riscos ergonômicos através de dados; ● Projetos com melhor assertividade em seus resultados. ● Possibilitar a averiguação de diversas fontes de dados; ● Resultados em tempo real; ● Proporciona um vínculo mais próximo com a realidade; ● Fiscalização de ambientes de maiores riscos.

Fonte: Autoras (2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo revela que a ergonomia é uma área essencial tanto para a empresa quanto para os colaboradores. É uma área de fundamental importância para alinhar a qualidade de vida dos funcionários dentro da empresa e os melhores desempenhos dos mesmos, gerando menores perdas para a organização. Mesmo tendo sido pensada e criada há mais de 70 anos, a Ergonomia está sendo ainda estudada e desenvolvida, agora com o auxílio de novas tecnologias emergentes da Indústria 4.0. Com isso, o objetivo deste estudo foi fundamentar-se em uma pesquisa bibliográfica, para analisar e discutir os impactos positivos que essa nova revolução industrial pode causar dentro dos princípios da Ergonomia.

A Indústria 4.0 trouxe consigo mudanças, melhorias e inovações para diversos segmentos, utilizando sempre como base um de seus nove pilares. Para a Ergonomia também houve contribuições a partir da implementação desses pilares, como: a redução de esforços, a detecção de áreas com baixa segurança, a maior produtividade, a minimização de movimentos repetitivos, a oportunidade de planejamentos mais coerentes a partir de realidade virtual, dentre outros. A partir disto, conclui-se que a Indústria 4.0 é uma grande aliada da Ergonomia, visto que além de benefícios para o bem estar dos colaboradores, também oferece melhorias significativas para o desenvolvimento das empresas.

Os pilares da Indústria 4.0: Cibersegurança e Sistemas Integrados, não foram relacionados neste artigo com a Ergonomia devido à falta de informações sobre o tema, uma vez que há ausência de informações relevantes nas bases de dados utilizadas. Dessa maneira, um intuito do presente trabalho, é incentivar as futuras pesquisas sobre o tema.

Por fim, sugere-se que as pesquisas continuem, na tentativa de maximizar os conhecimentos sobre o Impacto da Indústria 4.0 na Ergonomia e Segurança do Trabalho, uma vez que este é recente e pouco estudado. Além disso, pesquisas relacionando separadamente cada tecnologia da Indústria 4.0 com as diversas áreas da Ergonomia seriam de grande relevância.

REFERÊNCIAS

ARKTIS. Indústria 4.0, a Quarta Revolução Industrial. **ARKTIS**, 04 de dez. de 2015. Disponível em: <<https://www.arktis.com.br/a-quarta-revolucao-da-ind%C3%BAstria/>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

AZURE MICROSOFT. O que é computação em nuvem. **AZURE MICROSOFT**, c2021. Disponível em: <<https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-cloud-computing/>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

BOETTCHER, Maicon. Revolução Industrial - Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0. **LinkedIn**, 26 de nov. de 2015. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em 20 mai. 2021.

BRAATZ, D.; MENEGON, N. L.; FONTES, A. R. M.; TONIN, L. A. Simulação humana digital na concepção de postos de trabalho: estudo comparativo de casos. **Gestão da Produção**, v. 19, n. 1, p. 79-92, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/gp/v19n1/a06v19n1.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

BUREAU INTERNACIONAL DO TRABALHO. **A sua saúde e segurança no trabalho: Uma coleção de módulos: Ergonomia**. Genebra: Organização Internacional do Trabalho, 1996. Disponível em: <https://www.cplp.org/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=Files%2FFiler%2FMIC_IT%2FFicheiros%2FBiblioteca%2FSaude_Seg%2FErgonomia.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2021.

CARDOSO, M. de O. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. Monografia (Especialização em Automação Industrial) - Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 43, 2016. Disponível em:

<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17086/1/CT_CEAUT_2015_08.pdf>. Acesso em 20 mai. 2021.

EMANUELE, C. F. *Big Data Analytics as a Tool for Reducing Ergonomics Risk. Journal of Ergonomics*, v. 7, n.1, 2017. DOI: 10.4172/2165-7556.1000e164

FIRMINO, A. S.; PERLES, G. X.; MENDES, J. V.; SILVA, J. E. A. R.; SILVA, D. A. L. Rumo à Indústria 4.0: uma análise SWOT para empresas situadas na Região Metropolitana de Sorocaba (SP, Brasil). *Gestão & Produção*, v. 27, n. 3, e5622, 2020. DOI: 10.1590/0104-530X5622-20

FEYEN, R.; LIU, Y.; CHAFFIN, D.; JIMMERSON, G.; JOSEPH, B. *Computer-aided ergonomics: a case study of incorporating ergonomics analyses into workplace design. Applied ergonomics*, v.31, n.3, p. 291- 300, 2000. DOI: 10.1016/s0003-6870(99)00053-8

FREITAS, M. P. de. A importância da Ergonomia no Ambiente de Produção. In: SAEPRO: SIMPÓSIO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, IX, 2014, Viçosa. *Anais... Viçosa: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção*, 2014. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://www.saepru.ufv.br/wp-content/uploads/2014.5.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2021.

GAŠOVÁ, M.; GAŠO, M.; ŠTEFÁNIK, A. *Advanced Industrial Tools of Ergonomics Based on Industry 4.0 Concept. Procedia Engineering*, v. 192, 2017, p. 219-224. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.06.038.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONZÁLEZ, A. G.; SALGADO, D. R.; MORUNO, L. G.; RIOS, A. S. *An Ergonomic Customized-Tool Handle Design for Precision Tools using Additive Manufacturing: A Case Study. Applied Sciences*, v. 8, n. 7, 2018. DOI: 10.3390/app8071200

MRUGALSKA, B.; WYRWYCKA, M. *Towards Lean Production in Industry 4.0. Procedia Engineering*, v. 182, 2017, p. 466-473. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.03.135

MUNOZ, L. M. *Ergonomics in the Industry 4.0: Exoskeletons. Journal of Ergonomics*. v. 8, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://www.longdom.org/open-access/ergonomics-in-the-industry-40-exoskeletons-2165-7556-1000e176.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2021.

NETSCAN. Saiba como a internet das coisas vai mudar nosso dia a dia, para sempre. NETSCAN, s.d. Disponível em: <<https://netscandigital.com/blog/internet-das-coisas/>>.

Acesso em: 29 abr. 2021.

SABBADINI, C. **O uso da simulação da atividade humana contextualizado pela Ergonomia em projetos de sistemas de produção.** Trabalho de conclusão (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas. Limeira, p. 32, 2017. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=000994294>>. Acesso em: 20 maio 2021.

SACOMANO, J. B.; GONÇALVES, R. F.; da SILVA, M. T.; BONILLA, S. H.; SÁTYRO, W. C. **Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos.** São Paulo: Edgard Blücher, 2018, p. 17-21. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=PNCuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq=industria+4.0&ots=o0OZwyJMZc&sig=ABCRmJNAu7vz08mBuJ3bFK6sNDI#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em 25 fev. 2021.

SAS. Big Data, o que é e por que é tão importante? SAS, c2021. Disponível em: <https://www.sas.com/pt_br/insights/big-data/what-is-big-data.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

SCHREIBER, J. **As inovações da indústria 4.0 e os reflexos na ergonomia e segurança.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020, p. 52. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23550/1/inovacoesindustria40ergonomiaseguranca.pdf>>. Acesso em 08 de jun. 2021.

SILVA, M. de M.; ONOFRIO, L. G. B.; BARROS, G. D. de. O futuro da ergonomia na Indústria 4.0. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), XXXIX, 2019, Santos. Anais...Santos: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2019 p. 1-14.* Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_297_1677_37186.pdf>. Acesso em 08 jun. 2021.

SILVEIRA, C. B. Indústria 4.0. **Citisystems**, Sorocaba, 15 de jun. de 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/?s=Ind%C3%BAstria+4.0>>. Acesso em: 25 fev. 2021

ROCHA, M. F. M; AKKARI, A. C. S. Indústria 4.0: uma análise sob o enfoque da ergonomia cognitiva. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XIV, MOSTRA DE INICIAÇÃO TECNOLÓGICA, VIII, São Paulo, 2018. Anais...São Paulo: Jornada de Iniciação Científica,*

Mostra de Iniciação Tecnológica, 2018, p. 1-18. Disponível em:
<<http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xivjornada/paper/view/1059/842>>.
Acesso em: 08 jun. 2021.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; ENGEL, P.; HARNISCH, M.; JUSTUS, J. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. **Boston Consulting Group**, 09 de abr. de 2015. Disponível em:
<https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries>. Acesso em: 25 fev. 2021.

WACHOWICZ, M. C. **Ergonomia, Saúde e Segurança do Trabalho**. Curitiba: Rede e-Tec Brasil, 2013. p. 51-54. Disponível em: <<http://proedu.rnp.br/handle/123456789/1357>>.
Acesso em: 25 fev. 2021.