



Submetido em: 18/05/2023 | Aceito em: 21/05/2023 | Publicado em: 31/05/2023 | Artigo

## **ASPECTOS HISTÓRICOS E PRINCÍPIOS GERAIS DA ERGONOMIA NA INDÚSTRIA**

### **HISTORICAL ASPECTS AND GENERAL PRINCIPLES OF ERGONOMICS IN INDUSTRY**

Aline Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; Maria Nicololy Pinto<sup>1</sup>; Lucas Delbim<sup>2</sup>; Anderson Martelli<sup>3</sup>

1. Técnica em Segurança do Trabalho Centro Guaçuano de Educação Profissional “Gov. Mário Covas” – CEGEP, Mogi Guaçu-SP.
2. Mestre em Sustentabilidade e Qualidade de Vida; Docente do Centro Guaçuano de Educação Profissional “Gov. Mário Covas” – CEGEP e da UNIMOGI - Município de Mogi Guaçu – SP.
3. Mestre Ciências Biomédicas Fundação Herminio Ometto, Araras-SP; Biólogo e Diretor da Secretaria Meio Ambiente, Itapira-SP.

**Resumo:** A Revolução Industrial Inglesa transformou o modo de produção, no século XV onde a Inglaterra vivia sob o regime do sistema feudal, operando da agricultura e de pequenos artesanatos, assim como, da força do trabalhador camponês sem a aplicação de nenhum fator ergonômico. Em definição, Ergonomia é a ciência que estuda as adaptações do local de trabalho em um contexto específico. Assim, este trabalho objetivou retratar os aspectos históricos e os princípios gerais da ergonomia na indústria 4.0, identificando sua importância e benefícios. A pesquisa foi realizada a partir de uma revisão da literatura especializada, sendo consultados artigos científicos publicados entre os anos de 1986 até o mais atual 2023. A ergonomia tende a acompanhar as revoluções tal como desfrutar dos atributos fornecidos por elas. Ergonomia nas indústrias é de suma importância visando aumentar e melhorar e o bem estar físico e mental, dos colaboradores, visto que estas ações estão relacionadas a diversos segmentos, sendo eles ambientais, sociais, ergonômicos, dentre outros, trazendo um bem individual e coletivo, e a ergonomia junto com a indústria 4.0 podem melhorar a qualidade de vida desses trabalhadores.

**Palavras-chave:** Ergonomia; Indústria; Indústria 4.0; Saúde ocupacional

**Abstract:** The English Industrial Revolution transformed the mode of production, in the fifteenth century where England lived under the feudal system, operating from agriculture and small handicrafts, as well as the strength of the peasant worker without the application of any ergonomic factor. In definition, Ergonomics is the science that studies the adaptations of the workplace in a specific context. Thus, this work aimed to portray the historical aspects and general principles of ergonomics in industry 4.0, identifying its importance and benefits. The research was carried out from a review of the specialized literature, consulting scientific articles published between the years 1986 until the most current 2023. Ergonomics tends to follow revolutions as well as enjoy the attributes provided by them. Ergonomics in industries



---

DOI: 10.5281/zenodo.7995287

<http://www.revistaphd.periodikos.com.br>

V. 03, Nº 05, maio de 2023.

*Todos os direitos reservados*©



**PhD Scientific Review**  
**ISSN 2676 - 0444**

---

is of paramount importance in order to increase and improve the physical and mental well-being of employees, since these actions are related to several segments, being environmental, social, ergonomic, among others, bringing an individual and collective good, and ergonomics together with industry 4.0 can improve the quality of life of these workers.

**Keywords:** Ergonomics; Industry; Industry 4.0; Occupational health.



DOI: 10.5281/zenodo.7995287

<http://www.revistaphd.periodikos.com.br>

V. 03, N° 05, maio de 2023.

*Todos os direitos reservados*©



## 1 INTRODUÇÃO

A palavra trabalho vem do latim “*tripalium*”, na qual se refere a um instrumento de tortura ou uma canga (balança de pesagem animal), já no inglês a palavra utilizada é “*job*”, com origem em 1.400, na qual significa emprego. Antes de 1.800, a palavra “*emprego*”, tinha como ideia uma tarefa que não se caracterizava como parte de uma organização ou empresa mercante, em termos Bíblicos, o trabalho surgiu inicialmente como uma punição divina sobre o homem após a queda do paraíso, por outro ponto de vista na Grécia, para Platão e Aristóteles, o trabalho se tornava algo negativo, que envolvia somente força física, numa época em que os homens considerados dignos participavam dos negócios da cidade por meio de debates, deixando o trabalho duro para os escravos (MARTINS, 2000, SILVA et al., 2020).

Analisando o significado de trabalho, pode se perceber mudanças significativas geradas aos longos dos anos implicando diretamente em qualidade de vida dos trabalhadores, assim como, o ponto de vista social sobre seu aspecto. Segundo Andrade et al. (2018), o trabalho humano é uma atividade complexa, multifacetada, polissêmica, que não apenas permite, mas exige diferentes olhares para sua compreensão (SILVA et al., 2020).

Neste sentido, a Revolução Industrial Inglesa transformou o modo de produção, no século XV onde a Inglaterra vivia sob o regime do sistema feudal, operando da agricultura e de pequenos artesanatos, assim como, da força do trabalhador camponês. Sabe-se, que a Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra, foi uma conquista da classe burguesa, sendo que essa conquista industrial, não aconteceu do dia para a noite, pois muito antes da chegada da Industrialização, a Inglaterra era um país com uma economia fragilizada, que não visava lucros, e que estava longe de ser próspera, e por haver extensas propriedades no campo, a economia era baseada, apenas na





subsistência da população inglesa, onde os servos eram as pessoas que plantavam, e cuidavam da terra, assim como, realizavam a colheita de toda a produção da lavoura (OLIVEIRA, 2017).

Surgiu então nesse período a manufatura onde por parte do empregador, o trabalho que era feito por seu empregado, do qual foram obrigados cada vez mais eficiência, rapidez e qualidade na produção, vivendo assim por muitos anos até que por várias intervenções acabaram surgindo propostas de melhorias no ambiente e na segurança do trabalho até que muitos anos depois surgiu a ergonomia (HUBERMAM, 1986). A Ergonomia é a ciência que estuda as adaptações do local de trabalho em um contexto específico (ABERGO, 2015). A criação da ergonomia, disciplina que essencialmente integrava as ciências biológicas e a engenharia, é mais abrangente, contando com inúmeras áreas do conhecimento e sendo aplicada não somente no ambiente de trabalho, mas em qualquer produto que o homem possa utilizar. Para Francischini (2010) a Ergonomia contribuiu para o planejamento, o projeto e a avaliação de tarefas, os postos de trabalho, os produtos, os ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, as habilidades e as limitações das pessoas.

Vale salientar que a Ergonomia tende a acompanhar as revoluções tal como desfrutar dos atributos fornecidos por elas. A indústria 4.0 representa muito mais que a automação de um processo industrial, mas é a conexão digital da máquina com o produto e vem trazendo novos conceitos e está alterando a organização atual do processo produtivo com um aumento em eficiência permitindo um fluxo mais inteligente de insumos e produtos. Assim, atualmente, alguns dos pilares da Quarta Revolução Industrial tendem a criar vínculos com a Ergonomia no futuro. Diante desses pontos, este trabalho objetivou retratar os aspectos históricos e os princípios gerais da ergonomia na indústria 4.0, identificando sua importância e benefícios.

## **2 METODOLOGIA**





Para a composição da presente revisão foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados Scielo, Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a busca de dados no Google Acadêmico de artigos científicos publicados até 2023 utilizando como descritores isolados ou em combinação: Ergonomia; Indústria; Indústria 4.0; Saúde ocupacional.

Para seleção do material, efetuaram-se três etapas segundo metodologia de Martelli et al.(2014). A primeira foi caracterizada pela pesquisa do material que compreendeu entre os meses de janeiro a maio de 2023 com a seleção de 38 trabalhos. A segunda, leitura dos títulos e resumos dos trabalhos, visando uma maior aproximação e conhecimento, sendo excluídos os que não tivessem relação e relevância com o tema. Após essa seleção, buscaram-se os textos que se encontravam disponíveis na íntegra totalizando 27 trabalhos.

Como critérios de elegibilidade e inclusão dos artigos, analisaram-se a procedência da revista e indexação, estudos que apresentassem dados referentes ao tema proposto. Como critério de exclusão utilizou-se referência incompleta e informações presentemente desacreditadas, já que essa pesquisa visa revisar conhecimentos atualizados sobre o tema. Todos os direitos autorais das obras utilizadas foram devidamente respeitados e os créditos aos autores estão na forma de citações com as devidas referências.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 SURGIMENTOS DAS INDÚSTRIAS**

A Revolução Industrial Inglesa transformou o modo de produção, no século XV, onde no decorrer da Idade Média europeia, a produção artesanal feita em um sistema familiar, que não





visava o comércio, com objetivo apenas de atender às pequenas necessidades do povo (O'ROURKE, 2008). A manufatura resultou da ampliação do consumo, que levou o artesão a aumentar a produção e o comerciante a dedicar-se à produção industrial. O fabricante distribuía a matéria-prima e o artesão trabalhava em casa, recebendo pagamento combinado. No período pré-fabril, os trabalhadores, trabalhavam em suas casas e possuíam as ferramentas fundamentais para a realização das atividades necessária para suas necessidades (O'ROURKE, 2008).

Sobre o sistema familiar doméstico, Huberman (1986) acrescenta que a produção realizada era insuficiente ou ineficiente em vários momentos, suscitando a necessidade de se aprimorar alguns processos. O controle operário do processo de trabalho ainda continuava total, o trabalhador era livre para escolher as horas e a intensidade do trabalho. As oposições entre trabalhadores e comerciantes fizeram os comerciantes a construírem fábricas onde era possível controlar os processos de produção de forma mais eficiente (DURKHEIN, 2002). A criação do sistema de fábricas retirou o mestre e seus ajudantes da oficina artesanal, retirou as pessoas da pequena indústria doméstica, colocando-as em um local de trabalho específico e informando-lhes que teriam de trabalhar durante um tempo específico (HUBERMAN, 1986; GORZ, 2003).

As invenções não resultam de atos individuais ou do acaso, mas de problemas concretos colocados para homens práticos. A evolução técnica partiu das necessidades sociais de um momento. Como consequência, a população carente do interior foi obrigada a sair do campo, com a intenção de desenvolver o trabalho nas fábricas, esse movimento de êxodo trouxe para as cidades uma mão de obra despreparada para o trabalho técnico e exigiu dessa população uma rápida e brusca adaptação (SILVA et al., 2018).

Nas décadas seguintes, a máquina foi novamente aperfeiçoada e utilizada em diversas aplicações – de máquinas têxteis a motores para navios e locomotivas (SILVEIRA, 2018). A





energia a vapor foi logo utilizada de forma econômica e eficiente para movimentar as próprias máquinas e no bombeamento de água das minas de carvão. Surgiu um conjunto de leis que se iniciou ainda no século XVI, mas iniciou a partir do século XVIII. De forma simples, essas leis consistiam num processo de privatização de terras, que usualmente seriam de uso coletivo. Aos poucos esse processo foi removendo dos camponeses à capacidade de desfrutar dessas terras, tornando em terras a serem alugadas (RUBMANN et al, 2015).

Com o início da Revolução Industrial e da evolução das máquinas os trabalhadores passaram a ser empregados em indústrias, perdendo a posse da matéria-prima e do lucro. Os artesões saíram das suas oficinas, perderam sua autonomia, não eram mais donos do que produziam, foram expropriados de seus saberes e de suas ferramentas (SCHWAB, 2016). Do controle que os trabalhadores tinham sobre o seu trabalho, e sobre o que produziam, passaram a ser controlados no trabalho.

As fábricas, por conseguinte eram insalubres, o expediente chegava a 80 horas semanais e os salários eram baixos. Com a chegada da industrialização, os rios foram contaminados pouco a pouco pelos esgotos das fábricas, mosquitos, ratos, pulgas, bactérias e doenças foram se propagando, e se estabelecendo nas cidades, nas casas dos trabalhadores, e pestes foram aparecendo de uma maneira preocupante, como foi o caso da peste bubônica (KAGERMANN, 2013). Nas oficinas, lugares onde antigamente eram fabricados os bens que circulavam na sociedade, tinham uma tarefa específica na qual, muitas vezes, o trabalho era organizado no ritmo da “inspiração” de seu mestre, a fábrica não pôde, de forma alguma, conviver com essa instabilidade. Ela precisava de operários que fossem disciplinados, eficientes e produtivos (RUBMANN et al, 2015).

As mudanças não foram imediatas na estrutura jurídica vigente, pelo menos no que tange à regulamentação das relações de trabalho. Significa que, isso não foi acompanhado por um





aparato jurídico que promettesse qualquer segurança aos trabalhadores ou mesmo orientasse sobre quais critérios essas relações deveriam se aprimorar, ficando, então, ao encargo do empregador estabelecer como se dariam tais relações. De fato, uma parte da população que antes estava associada á terra e á produção agrícola foi obrigada a deslocar-se para as cidades em busca de melhores condições de vida. Com as colocações das fábricas e das inovações tecnológicas, esse processo sofreu rápidas mudanças. A fábrica tornou possível um maior controle, por parte do empregador, o trabalho que era feito por seu empregado, do qual foram obrigados cada vez mais eficiência, rapidez e qualidade na produção.

Ao adquirir importância, a grande indústria transformou os utensílios em máquinas, as oficinas em fábrica e, desse modo, a classe trabalhadora média em proletário operário, o artesanato industrializou-se, a divisão do trabalho operou-se com rigor, e os pequenos artesões que não podiam concorrer com os grandes estabelecimentos foram atirados para as fileiras da classe proletária (KAGERMANN, 2013). Os trabalhadores não achavam, no Estado nenhum tipo de restrição ou orientação legal para mudar as relações trabalhistas. Jornadas de trabalho intensas, baixos salários, utilização de mão de obra infantil, entre outras coisas, faziam parte do cotidiano dos trabalhadores, utilização da mão-de-obra infantil, principalmente nas tecelagens, vidrarias e minas de carvão, foi outra característica do sistema fabril no período.

O trabalho nas fábricas na Idade Moderna, nada oferecia para os trabalhadores em questão de gratificação, proteção, ou qualquer direito trabalhista, mas, muito pelo contrário, os patrões das fábricas exploravam ao máximo a força de trabalho do trabalhador e de toda sua família, sendo que, o que as famílias ganhavam nas fábricas, mal servia para a sobrevivência e alimentação de toda a classe trabalhadora. Começaram então a surgir propostas que para além das questões ligadas ao trabalho, levantaram importantes pontos com relação á própria organização do Estado. Aos poucos, o movimento deu origem mais tarde a Union, nas quais os







trabalhadores reunidos discutiam problemas referentes á sua situação na sociedade. Elas foram responsáveis por inúmeras greves que ocorreram no período.

Mais tarde, os sindicatos (segunda metade do século XIX), agora de forma mais planejada e politizada, as ações passaram a fazer parte de uma agenda que, em muitos casos, tinha como proposta a reformulação do Estado como um todo e não só das condições de trabalho. Várias teorias sociais passaram, então, a pautar a ação desse operariado reunido e organizado. A classe do proletariado exigia salários justos pelos serviços prestados aos patrões nas fábricas, como uma carga horária menor e decente de acordo com a realidade e com as condições humanas dos operários, assim como, oportunidades de igualdade na sociedade, e melhores condições de vida nas cidades, (alimentação, educação, moradia, saúde, saneamento básico, salário), entre outras reivindicações da classe trabalhadora.

### **3.2 SURGIMENTO DA ERGONOMIA**

A Ergonomia surgiu junto com o homem primitivo 2,5 milhões de ano atrás. Com a necessidade de se proteger e sobreviver, sem querer, começou a aplicar os princípios de ergonomia ao fazer utensílios e ferramentas primitivas, para sobrevive. Na Figura 1 é possível observar alguns dos utensílios utilizados pelo homem primitivo.





**Figura 1:** Ferramentas primitivas de agricultura. Extraído e modificado de Pinterest, 2023.

Porém foi na revolução industrial que a ergonomia começou a progredir. Destaca-se a influência inegável do período da 2ª Guerra Mundial no aprimoramento de armas e equipamentos sendo, também, fator de acréscimo na produtividade e qualidade do produto, bem como da qualidade de vida dos trabalhadores. Depois de muitos anos durante a 1ª Guerra Mundial, no ano de 1915, surgiu a Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, composta basicamente, por fisiologistas e psicólogos. Em 1929, a comissão foi reformulada e transformou-se no Instituto de Pesquisa sobre Saúde no Trabalho, ampliando, assim, seu campo de trabalho, realizando pesquisas sobre posturas no trabalho, carga manual, seleção, treinamento, preocupações quanto ao ambiente: iluminação, ventilação e outras (COUTO, 1995).





Quando a 2ª Guerra Mundial começou houve a necessidade de aprimorar os instrumentos bárbaros, para que o operador ficasse menos tenso, reduzindo, assim, o nível de tensão e de risco de acidentes. Depois da guerra, surge na Inglaterra o *Ergonomics Research Society*, uma sociedade de pesquisadores preocupados em estudar o ambiente laboral, o que contribuiu para a difusão da Ergonomia, colocando em prática, todo o conhecimento adquirido durante as duas guerras, melhorando, desta forma a produtividade e as condições de vida da população, particularmente, os trabalhadores.

### **3.3 ERGONOMIA: NORMAS E CIÊNCIA**

Segundo Grandjean (1998), a palavra ergonomia vem do grego: *ergon* = trabalho e *nomos* = legislação, normas. A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) define ergonomia como uma disciplina científica relacionando o entendimento das interações entre os seres humanos, tanto como outros elementos ou sistemas e a aplicações de teorias, princípios, métodos a projetos, buscando aperfeiçoar a saúde e segurança do ser humano e o funcionamento global do sistema (ABERGO, 2015). Nesse sentido, a Ergonomia visa não só uma melhor interface entre homem *versus* trabalho como também reduzir de forma significativa o sofrimento laboral e agravos associados aos eventos de adoecimento com gênese laboral (nexo causal). Em referência as patologias ocupacionais, Regis Filho et al. (2005) retratam a LER/DORT, caracterizadas por alterações corporais que se tornam agravantes para trabalhadores dos mais variados setores, causando desde afastamentos, até mesmo, aposentadorias precoces por invalidez dependendo das causas com redução de sua qualidade de vida. As patologias citadas representam, segundo a OIT (Organização Internacional do Trabalho – órgão vinculado à OMS) as maiores ocorrências entre trabalhadores braçais no mundo.





A NR - Norma Regulamentadora 17 é a norma que regulamenta a ergonomia no trabalho, e visa estabelecer as diretrizes e os requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho. A NR 17 se aplica a todas as situações de trabalho, relacionadas às condições previstas no subitem 17.1.1.1, das organizações e dos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como dos órgãos dos Poderes Legislativo, Judiciário e Ministério Público que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.

A Ergonomia é a ciência que estuda as adaptações do local de trabalho em um contexto específico. O objetivo principal é trazer técnicas adaptativas para facilitar as atividades diárias dos trabalhadores. Dessa forma, as atividades serão realizadas com mais qualidade e, conseqüentemente, os benefícios serão favoráveis para amplas as partes. São muitas as avaliações que facilitam a identificação de irregularidades no local de trabalho. De acordo com as condições em que a atividade é executada e com o tempo durante o qual a pessoa permanece na mesma posição realizando determinadas atividades, pode acontecer problemas como desconforto e fadiga. Esforços repetitivos e postura inadequada causam lesões e, para evitá-las, é necessário verificar a adequação do trabalho ao ser humano. Essa análise é da criação da ergonomia, disciplina que fundamentalmente integrava as ciências biológicas (antropologia, psicologia, fisiologia, medicina, etc.) e a engenharia. Os principais objetivos da ergonomia são a satisfação e o conforto dos indivíduos e a garantia de que a prática laboral e o uso do equipamento/produto não causem problemas à saúde do trabalhador. Na Tabela 1 é descrita as definições de ergonomia.

**Tabela 1:** Definições das Principais Associações de Ergonomia





**PhD Scientific Review**  
**ISSN 2676 - 0444**

Fonte	Definição
<i>Ergonômicos Research Society (Sociedade de Pesquisa em Ergonomia) – hoje Institute of Ergonomics and Human Factors</i>	Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu ambiente de trabalho, equipamento e ambiente, principalmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento.
<i>Internacional ergonômico Assciation (Associação Internacional de Ergonomia)</i>	A ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica que se ocupa em compreender a interação entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, bem como a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.”
ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia	“Se pudermos caracterizar a ergonomia como uma disciplina que busca articulares conhecimentos sobre a pessoa, sobre a tecnologia e a organização para sustentar sua prática de mudança dos determinantes e condicionantes da atividade profissional e do uso e manuseio de produtos ou sistemas, então o objetivo da disciplina e da prática em ergonomia é facilmente compreensível: trata-se de realizar uma transformação positiva na configuração da situação de trabalho e no projeto dos produtos.”

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os ergonomistas contribuem para o planejamento, o projeto e a avaliação de tarefas, os postos de trabalho, os produtos, os ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, as habilidades e as limitações das pessoas. Suas atividades podem variar segundo a área de atuação, como saúde e segurança, transporte, ambiente de trabalho, projeto de produtos,



DOI: 10.5281/zenodo.7995287

<http://www.revistaphd.periodikos.com.br>

V. 03, N° 05, maio de 2023.

*Todos os direitos reservados©*



etc. No entanto, as atividades são sempre focadas em garantir que um sistema ou produto esteja de acordo com as necessidades dos usuários.

Para realizar todas essas atividades, os ergonomistas devem ter um conhecimento avançado em diversos campos do conhecimento, como antropometria e biomecânica, anatomia e fisiologia humanas, psicologia, engenharia e qualquer outro campo que seja necessário à sua prática. Portanto, a ergonomia se trata de uma disciplina transdisciplinar.

Trata-se de métodos diferentes na questão da ergonomia multidisciplinar ou interdisciplinar. Na multidisciplinaridade, várias disciplinas cooperam com um projeto, mas cada qual trabalhando um aspecto do objeto com o seu método. Na interdisciplinaridade, há situações em que uma disciplina nova adota métodos de uma mais antiga. Na transdisciplinar, a tentativa é instaurar uma metodologia unificada. No tocante à ergonomia, os profissionais da área devem deixar de contribuir da maneira multidisciplinar clássica, cada um com sua contribuição segmentada, passando a interagir pro ativamente diante do problema a tratar.

Segundo ABERGO (2015) os problemas da realidade laboral não são exclusivos de quaisquer das disciplinas de suporte e muito menos admitem reduções a estes olhares segmentados. O próprio objeto da ergonomia, a atividade de trabalho, não é apenas fisiológico, biomecânico cognitivo ou organizacional, mas sintetiza todos esses aspectos face ao problema que é realizá-la com eficiência, conforto e segurança. O que significa dizer que as soluções propostas devem ser examinadas por todos esses ângulos. Dessa forma, os profissionais da área devem priorizar o entendimento de todo o campo de ação da disciplina, tanto em seus aspectos físicos e cognitivos quanto sociais, organizacionais, ambientais, dentre outros.

### **3.4 INDÚSTRIA 4.0 E SUA ERGONOMIA**





De acordo com Silveira (2018), 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. A indústria 4.0 representa muito mais que a automação de um processo industrial, mas é a conexão digital da máquina com o produto.

Algumas Tecnologias que serão usadas futuramente nas empresas são:

- **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;
- **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;
- **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;
- **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 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.







Na questão da ergonomia, esta 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.

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 na Ergonomia: De acordo com Munoz (2018), 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 (2018) 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 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, por exemplo, e esforços demasiadamente excessivos sobre o colaborador, principalmente nas articulações, um outro exemplo seria utilizar os robôs cirúrgicos.

Simulação na Ergonomia: 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. Para isso, a pessoa em estudo veste um traje de captura de movimento de corpo inteiro coberto de marcadores.

**Realidade Virtual na Ergonomia:** 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, um exemplo é o Laboratório de Realidade Virtual da Volkswagen do Brasil, onde é utilizado Óculos de Realidade Virtual permitem visualizar, em tamanho real, protótipos de veículos que serão lançados no futuro - Tecnologia de imersão permite planejar e validar em ambiente virtual futuras instalações, processos produtivos e produtos com nível de assertividade.

**Big Data, IoT e Computação na Nuvem na Ergonomia:** 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 (2017) 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.

Manufatura Aditiva na Ergonomia: 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. Gonzáles 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 das ferramentas 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.





#### **4 CONCLUSÃO**

Foi possível verificar que a Revolução Industrial iniciou na Inglaterra – Reino Unido, sendo a pioneira no processo industrial, pois possuía muitos recursos para isso, como minas de minério de ferro e carvão. Posteriormente ao longo dos anos, o processo industrial se espalhou por toda a Europa, um marco na história da sociedade durante a Idade Moderna.

Desde a Revolução Industrial na Inglaterra a Ergonomia vem passando por intensas mudanças e em constante evolução, sendo possível verificar a consciência de empresários para o bem-estar dos operários e o bom funcionamento da organização. Ter a forma ergonômica correta no ambiente de trabalho evita também que a empresa obtenha, inclusive, processos trabalhistas, pois muitos funcionários adquirem doenças, como a lesão do esforço repetitivo (LER) durante o trabalho e podem pedir indenizações para a empresa quando se aposentam ou saem do trabalho.

Fica evidente, portanto, que a Ergonomia é eficiente e importante na prevenção das doenças ocupacionais e acidentes ajudando a estar dentro da lei, promovendo a valorização profissional, diminuindo afastamentos, prevenindo doenças ocupacionais, podendo aumentar a produtividade, transmitindo uma imagem melhor para os clientes, melhorando a qualidade de vida do colaborado e com a indústria 4.0 junto com seus pilares é possível trazer diversos benefícios como na facilidade de identificar melhorias que devem ser feitas no ambiente de trabalho, e também na realização de atividades.

Então diante do que foi dito pode-se concluir que a Ergonomia nas indústrias é de suma importância, culminando para aumentar e melhorar o bem estar físico e mental, dos colaboradores, visto que estas ações estão relacionadas a diversos segmentos, sendo eles ambientais, sociais, ergonômicos, dentre outros, trazendo assim um bem individual e coletivo, e a Ergonomia junto com a indústria 4.0 podem melhorar a qualidade de vida desses trabalhadores.





## REFERÊNCIAS

ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em <https://www.abergo.org.br/>. Acesso em março de 2023.

ANDRADE, R.O.B, et al, Sentido e significado do trabalho: uma análise dos artigos publicados em periódicos associados à Scientific Periodicals Electronic Library, Cad. EBAPE, v. 16, n. 2, 2018.

COUTO, Hudson de Araújo. Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina Humana. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995.

DURKHEIN, E. As regras do método sociológico. São Paulo: Ed. Martin Claret, 2002.

EMANUELE, C. F. Big Data Analytics as a Tool for Reducing Ergonomics Risk. Journal of Ergonomics, v. 7, n.1, 2017.

FRANCISCHINI, P. G. Estudos de tempos. In: CONTADOR, J. C. (Coord.). Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

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.

GORZ, A. Metamorfoses do trabalho: crítica á racionalidade econômica. São Paulo: Annablume, 2003.

GRANDJEAN, E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HUBERMAN, Leo. A história da riqueza do homem. Rio de Janeiro: LTC/Livros Técnicos e Científicos. Editora, 1986.





**PhD Scientific Review**  
**ISSN 2676 - 0444**

---

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech, p. 13-78, 2013.

MARTELLI, A., ZAVARIZE, S.F., HUNGER, M.S, DELBIM, L.R. Aspectos clínicos e fisiopatológicos da rbdomiólise após esforço físico intenso. *Biológicas & Saúde*, v. 4, n.13, 2014.

MARTINS S. “Breve histórico a respeito do trabalho”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000;

MUNOZ, L. M. Ergonomics in the Industry 4.0: Exoskeletons. *Journal of Ergonomics*. v. 8, n. 1, 2018.

O’ROURKE,P.J. A riqueza das nações de Adam Smith: uma biografia / P. J. O’Rourke; tradução Roberto Franco Valente. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar, 2008.

OLIVEIRA, Rosane Machado de. Revolução Industrial na Inglaterra: Um Novo Cenário na Idade Moderna. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Edição 07. Ano 02, Vol. 01. pp 89-116, Outubro de 2017.

PINTEREST. Idade dos Metais - Estudo Prático. Disponível em <https://br.pinterest.com/pin/818036719798876412/>> Acesso em maio, 2023.

REGIS FILHO, G. I.; MICHELS, G.; SELL, I. Lesões por esforços repetitivos em cirurgiões-dentistas: aspectos epidemiológicos, biomecânicos e clínicos. Itajaí: Editora da Universidade do Vale do Itajaí, v. 1, 2005.

RUBMANN, M.; LORENZ, M.; GERBERT, P.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. The Boston Consulting Group: BCG, 2015.

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.



DOI: 10.5281/zenodo.7995287

<http://www.revistaphd.periodikos.com.br>

V. 03, N° 05, maio de 2023.

*Todos os direitos reservados©*



**PhD Scientific Review**  
**ISSN 2676 - 0444**

---

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, A. et al. Lesões por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e redução da qualidade de vida. Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida. v. 12, n. 2, 2020.

SILVA, D. B. da. et al. O Reflexo da Terceira Revolução Industrial na Sociedade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2012, Curitiba. Curitiba, ABEPRO, 2012. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002\\_tr82\\_0267.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr82_0267.pdf)> Acesso em: 20 jun. 2023.

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 (ENEGERP), XXXIX, 2019, Santos. Anais...Santos: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2019.

SILVEIRA, C. B. O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo. Citisystems. 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 10 jun. 2023

VIDAL M.C.R. Ação Ergonômica na Empresa- Apostila de minicursos do GENTE/COPPE, Rio de Janeiro, 1997.

WALKER, Guy; STRATHIE, Ailsa. Big data and Ergonomics Methods: A New Paradigm for Tackling Strategic Transport Safety Risks. Applied Ergonomics, 2015.



DOI: 10.5281/zenodo.7995287

<http://www.revistaphd.periodikos.com.br>

V. 03, N° 05, maio de 2023.

*Todos os direitos reservados©*