

O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA ERGONOMIA DOS TRABALHADORES DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Ana Carolina Russo

Instituto Mauá de Tecnologia
russo.anacarolina@gmail.com

Andressa Patricio Andretta

Instituto Mauá de Tecnologia
andressaandretta@yahoo.com.br

Mateus Pires de Oliveira Luna

Instituto Mauá de Tecnologia
mateus.luna@hotmail.com

Matheus de Sousa Garcia

Instituto Mauá de Tecnologia
sousagarciamatheus@gmail.com

Rafaela Montes Barbosa

Instituto Mauá de Tecnologia
rafaela.montes@outlook.com

Vinícius Pinto de Carvalho

Instituto Mauá de Tecnologia
vinicpinto20@gmail.com

Resumo

A Ergonomia visa trazer satisfação e conforto aos indivíduos, de modo a minimizar problemas de saúde causadas pela função exercida no ambiente de trabalho. Com a chegada da quarta revolução industrial e a Indústria 4.0, novas técnicas e equipamentos ergonômicos foram introduzidos no ambiente fabril, com o objetivo de melhorar as condições laborais. Este artigo tem como objetivo estudar a aplicação de um desses dispositivos na indústria automobilística, o exoesqueleto. Este consiste em um traje robótico que permite maior agilidade, maior conforto e a utilização de menos esforço na jornada de trabalho, possibilitando uma fusão entre a flexibilidade humana e uma maior potência fornecida pelo robô. Em um dos estudos analisados, é possível perceber que, de modo geral, a aplicação da ferramenta retorna bons resultados, como uma redução de 43% na utilização dos músculos eretores da coluna. Porém, quando levado em conta apenas a opinião dos operadores, mostra-se que a adaptação não é unânime. Por outro lado, a implantação do exoesqueleto na Fábrica da Fiat em Betim-MG, pioneira na América Latina, gerou resultados positivos, como diminuição de dores lombares e rápida adaptação ao equipamento por parte do trabalhador.

Palavras chave: Indústria 4.0. Exoesqueleto. Esforço. Ergonomia.

1. INTRODUÇÃO

A primeira Revolução Industrial teve início no século XVIII e, com ela, foi possível observar o surgimento da indústria, o início do avanço tecnológico no sistema produtivo, os novos usos dos recursos naturais e os novos padrões de consumo. Com a criação das máquinas, o trabalho humano foi substituído, de forma a poupar tempo e ocasionar uma maior produção e lucro para as indústrias. Já em 1850, a criação do motor a explosão pelo belga Étienne Lenoir teve grande importância para o avanço do automóvel.

A partir do rápido desenvolvimento das cidades e da tecnologia, junto ao o desejo de Henry Ford de produzir um automóvel com um valor mais acessível, foi introduzido o conceito da linha de montagem, desenvolvendo um sistema de esteiras onde o produto é levado até o operário, o qual está parado ao lado da esteira rolante.

Com o passar dos anos, o avanço das novas tecnologias e suas aplicações nos processos industriais contribuíram em muitas mudanças e melhorias nas linhas de produção da indústria automotiva, chegando aos dias atuais com a introdução da Indústria 4.0. Suas tecnologias de ponta ligadas à internet em toda a linha, proporcionam um aumento da produtividade, dos lucros, da qualidade e uma melhor comunicação com fornecedores e clientes.

A convivência do humano com robôs e dispositivos inteligentes está cada vez mais comum, onde estes dispositivos realizam as tarefas repetitivas, perigosas e que exigem um maior esforço do operador. Essas interações promovem uma colaboração de forma a contribuir na melhora do processo produtivo, na ergonomia e na segurança do operador.

Isto posto, este trabalho tem como objetivo expor como as novas tecnologias da Indústria 4.0 têm impacto na ergonomia do operador da linha de montagem da indústria automobilística, melhorando suas operações, com a garantia de uma maior segurança, e prevenindo possíveis lesões causadas por atividades repetitivas e que exigem grandes esforços.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pode-se classificar a ergonomia no ambiente de trabalho como um aspecto extremamente importante tanto para a saúde dos funcionários quanto para a produtividade e qualidade dos trabalhos executados. A ergonomia tem como principal objetivo trazer satisfação e conforto a um indivíduo e garantir que a prática laboral e o uso de um equipamento/produto não causem problemas a saúde dos usuários (CORRÊA; BOLETTI, 2015).

A ergonomia e seus estudos são utilizados para combater e/ou mitigar problemas de saúde vindos dos trabalhos. Essas complicações acabam por não só prejudicar o indivíduo, mas também as empresas que, por sua vez, ficam sujeitas a grandes ocorrências e recorrências de casos de absenteísmo, sofrendo impacto negativo na produtividade.

Como observam Silva, Santos e Moura (2018), os afastamentos ocorrem por problemas de saúde ligados diretamente ao tipo ou à qualidade do ambiente de trabalho, ora por lesões por esforços repetitivos (LER), ora por distúrbios osteomusculares relativos ao trabalho (DORT). Em um cenário do mercado brasileiro, destacam que esses problemas de saúde têm como resultado, o absenteísmo, pois ainda segundo os autores, as limitações das atividades diárias causadas pela LER ou DORT impactam no comportamento e atitudes, como dificuldades em comparecer ao posto de trabalho, necessidade de tratamentos terapêuticos e de reabilitação.

Essas questões do impacto do trabalho na saúde de operários não são recentes. No caso da indústria automobilística, pode-se remeter ao início dos sistemas de produção em massa que a princípio foram idealizados por Henry Ford. Como Matos (2014) comenta em seu estudo a respeito das mudanças trazidas por Henry Ford ao modelo de produção em escala, a transformação gerou um ganho significativo em produtividade, mas acarretou duas consequências negativas. Primeiro, separou o trabalho manual do intelectual; segundo, gerou manifestações de adoecimento entre trabalhadores, em especial as de natureza osteomuscular.

Da época de Henry Ford pra cá muito mudou,

se até meados do século XX o trabalho exigia de maneira geral menor qualificação profissional e maior esforço físico, com muitos trabalhadores disponíveis para o processo produtivo, desde então, e em especial no século XXI, a qualificação profissional passou a ganhar destaque, e, com ela a atividade intelectual do trabalhador (ARAUJO, 2007 *apud* MATOS, 2014).

Olhando-se para uma realidade atual em que os conceitos da Indústria 4.0 estão cada vez mais enraizados no mundo fabril e se observa um movimento crescente na quantidade de indústrias que podem ser classificadas como 4.0, com processos produtivos cada vez mais automatizados e sujeitos a integração entre sistemas e maquinários, a interação entre homem, trabalho e máquina mudou, mas nem por isso a ergonomia deixou de ter seu espaço.

Vale notar que, como aponta Mathiola (2017), o conceito de Indústria 4.0, porém, é muito maior do que simplesmente a integração dos processos associados à produção, abrangendo também todas as diversas etapas da cadeia de valor: desde o desenvolvimento de produtos até o pós-venda.

Com os avanços da tecnologia e as mudanças observadas nos processos produtivos impulsionados pelos conceitos da indústria 4.0, os estudos ergonômicos e suas contribuições seguem a mesma tendência evolutiva, gerando novas soluções, abordagens e práticas. Destaca-se, por exemplo, o desenvolvimento de exoesqueletos. O exoesqueleto é a mais nova de uma série de iniciativas para a melhoria das condições ergonômicas dos operadores, como os ganchos giratórios, braço mecânico, partes, talha, dentre várias outras. Eles são considerados exemplos de Colaboração Humano-Robô em que o dispositivo é usado pelo ser humano e o contato físico entre o operador e a estrutura mecânica permite uma troca direta de energia mecânica e sinais de informação (SPADA *et al.*, 2017).

Soluções como essa destacam o alinhamento entre a ergonomia como disciplina e o mercado de trabalho atual, que nos últimos anos vem se mostrando mais exigente com as condições de trabalho dos funcionários. Como mencionado anteriormente, os impactos gerados por soluções, implementações conceituais e estudos ergonômicos, trazem benefícios não só para os indivíduos engajados na prática laboral, como também para a instituição que empregam esses funcionários.

O uso da ergonomia nos postos de trabalho beneficia tanto o funcionário com melhorias na saúde e segurança, priorizando o conforto do mesmo e facilitando a montagem das peças nos veículos, quanto o empresário com uma maior lucratividade e rapidez na fabricação de seus produtos, podendo ser considerado como um diferencial competitivo. Além de adquirir vantagens perante os concorrentes, oferecer um tipo de ambiente ergonomicamente projetado é atraente

para a próxima geração de trabalhadores, o que faz atrair e reter os colaboradores mais talentosos (VALEMEDE; DE LIMA, 2018).

No caso do exoesqueleto, em um contexto da indústria automobilística, é clara a busca pelo conforto do funcionário e a redução dos desgastes físicos que podem acarretar complicações de saúde por parte do operário. Apesar de ser uma tecnologia ainda no começo de sua aplicação o uso do exoesqueleto vem tendo sua eficiência comprovada. Como concluído por Wesslén (2018) em estudo sobre diversos modelos de exoesqueletos, tanto disponíveis no mercado como modelos teóricos, de uma maneira geral, os exoesqueletos se demonstram benéficos para a prevenção de complicações geradas por esforço físico, se mostrando eficiente na redução da atividade/esforço muscular.

3. METODOLOGIA

Na década de 60, a tecnologia do exoesqueleto começou a ser utilizada com o objetivo de reduzir o peso carregado pelos militares, possibilitando um aumento de 25 vezes à sua força normal.

Com o passar dos anos, esta tecnologia passou a ser aplicada em processos de reabilitação, permitindo a locomoção de deficientes físicos, melhorando tanto o aspecto físico como psicológico, dado que a falta de movimentação dos músculos pode acarretar feridas profundas na pele, diminuição da capacidade aeróbica, má circulação sanguínea, osteoporose, etc. Tais problemas, então, poderiam ser reduzidos se estas pessoas pudessem ficar em pé e andar. Sendo assim, a introdução do exoesqueleto permitiu a capacidade de locomover-se com mais estabilidade e segurança, sem a necessidade de ajuda de terceiros (SOARES JÚNIOR; GONÇALVES; CARVALHO, 2014).

Estudos mais recentes apontam a utilização dessa tecnologia na indústria de manufatura para redução de problemas ergonômicas dos funcionários. No ano de 2017, foram introduzidos na linha de montagem da indústria da Fiat em Betim, Minas Gerais, catorze conjuntos divididos em três categorias: coluna lombar, ombros e membros inferiores (Uol, 2018). Sua implementação possibilitou uma fusão entre a flexibilidade humana e o aumento da potência fornecida pelo robô, sem a necessidade de ensino ou programação do robô (SPADA *et al.*, 2017).

De acordo com Daniel Schneider, em sua matéria para a revista Projeto Draft (2018),

os funcionários que utilizam os novos trajes conseguem realizar suas tarefas com maior ergonomia e menor esforço, o que não apenas dá a eles maior conforto na jornada de trabalho, mas também mais agilidade e energia. O exoesqueleto é leve, acompanha os movimentos do funcionário em total sincronia e facilita justamente aqueles movimentos que exigiriam maior esforço, absorvendo o peso do tronco, dos braços ou do corpo todo.

Spada *et al.* (2017), por sua vez, afirmam que são poucos os estudos que investigam os modelos de exoesqueletos passivos, sendo a maioria deles um estudo com baixo número de participantes ou sem analisar os trabalhadores de chão de fábrica.

Os autores, portanto, analisaram o modelo Levitate, que consiste em uma estrutura metálica para o abdômen e dois apoios de braço (desconsiderando cotovelos e antebraço). Foi levantada a hipótese de que o equipamento seria eficaz para aumentar o tempo de resistência durante a movimentação dos operadores e, para comprová-la, o artigo utilizou o exoesqueleto passivo em trabalhadores automotivos enquanto realizam tarefas que envolvem posturas com braços elevados ou movimentos repetitivos (SPADA *et al.*, 2017).

No entanto, a implementação, em massa, do exoesqueleto nas indústrias ainda encontra barreiras. Ainda que sua estrutura esteja em constante evolução, a tecnologia segue possuindo um custo elevado (US\$ 14 mil, em média) e pode reduzir a amplitude de alguns movimentos e apresentar um desconforto, uma vez que para um bom funcionamento de suas forças mecânicas, o equipamento exerce pressão no corpo do colaborador (NÄF *et al.*, 2018 *apud* WENKE *et al.*, 2018).

Ainda assim, nas indústrias onde foi possível a implementação dessa tecnologia, os resultados apresentaram menor gasto energético para a execução de tarefas e aumento do desempenho, visto que o movimento requer menos ativação dos músculos envolvidos quando auxiliados pelo equipamento (MOONEY; HERR, 2016; SHAMAEI *et al.*, 2014 *apud* WENKE *et al.*, 2018).

4. RESULTADOS E CONCLUSÃO

O estudo realizado por Wenke *et al.* (2018), que envolveu a aplicação de um questionário para avaliar a qualidade e o funcionamento de um exoesqueleto específico, demonstrou uma média geral equivalente a 7,2 (em uma escala de 0 a 10) nos resultados. Entretanto, ao levar em consideração apenas as respostas atribuídas pelos operadores, observou-se que a média encontrada foi de 5 pontos, apresentando que, a princípio, o trabalhador não sente bem adaptado ao dispositivo, o que pode ser um impeditivo para sua aplicação.

Ainda nesse estudo, os autores utilizaram os critérios de Jordan (1993), também em uma escala de 0 a 10, para avaliar a usabilidade do exoesqueleto. Com o objetivo de comparar os critérios apresentados na visão de projeto de produto e de usuário, foram avaliados coerência compatibilidade, reação/resposta, controle do usuário, etc. Este, por sua vez, apresentou média final de 9,2 na visão dos avaliadores e 9,0 na visão do operador, confirmando que a usabilidade não é um problema para a implementação do dispositivo e possíveis falhas são facilmente corrigidas sem causar prejuízos aos trabalhadores.

Não obstante, a pioneira na implementação do exoesqueleto na América Latina, indústria da Fiat em Betim-MG, apresentou resultados positivos para os operários. Segundos eles, a adaptação é alcançada em um curto período de tempo, o que diminui dores lombares e permite que o trabalhador não se sinta esgotado ao final do dia (Uol, 2018). Essa melhoria também é demonstrada por Lamers (2017 *apud* WENKE *et al.*, 2018), que através de um estudo confirmou que a utilização de um exoesqueleto passivo para região lombar, reduz em até 43% a ativação dos músculos eretores da coluna.

Com isso, pode-se concluir que, apesar de ser um dispositivo ainda em evolução, estudos demonstram que seu uso permite melhorias na ergonomia dos funcionários e, assim, um aumento da produtividade da fábrica. Porém, é importante ressaltar que a opinião dos operadores deve ser levada em conta para a aplicação de melhorias à ferramenta, pois as impressões de laboratório não são as mesmas quando comparadas com a realidade fabril.

5. TERMO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho e autorizam a publicação deste trabalho nos canais de divulgação científica do ABERGO 2020.

REFERÊNCIAS

CORREIA, V; BOLETTI, R. **Ergonomia: Fundamentos e Aplicações**. 1ª ed. Bookman Editora, março de 2015.

LEITE, J. **Exoesqueleto melhora a vida dos operários da Fiat**. Uol, O Mundo em Movimento, 2018. Disponível em: <<https://omundoemmovimento.blogosfera.uol.com.br/2018/08/06/exoesqueleto-melhora-a-vida-dos-operarios-da-fiat/>>. Acesso em: 08/09/2020.

MATHIOLA, L. **Indústria 4.0: um constructo teórico no setor automotivo**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181928>>. Acesso em: 06/09/2020.

MATOS, P. **Contribuição da ergonomia para redução do índice de absenteísmo em empresa automotiva: estudo de caso**. Curitiba, 2014. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/46796/R%20-%20E%20-%20PATRICIA%20APARECIDA%20DE%20MATOS.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 06/09/2020.

SCHNEIDER, D. **Mais ergonomia e menos esforço na fábrica com a chegada do exoesqueleto**. PROJETO DRAFT, 2018. Disponível em: <<https://www.projeto draft.com/mais-ergonomia-e-menos-esforco-na-fabrica-com-a-chegada-do-exoesqueleto/>>. Acesso em: 02/09/2020.

SILVA, C. **Em fábrica da Fiat, operários e exoesqueletos**. O Estado de S. Paulo, 2018. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,em-fabrica-da-fiat-operarios-e-exoesqueletos,70002150839>>. Acesso em: 02/09/2020.

SILVA, F; SANTOS, R; MOURA, R. **Ergonomia 4.0 como solução para o absenteísmo e para prevenção de lesões por esforços repetitivos e distúrbios ósteomoleculares no trabalho**. Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, 2018. Disponível em: <<https://publicacao.cimatech.com.br/index.php/cimatech/article/view/89/24>>. Acesso em: 18/08/2020.

SOARES JÚNIOR, G; GONÇALVES, R; CARVALHO, J. **Exoesqueleto para movimentação/reabilitação de deficientes físicos**. Universidade Federal de Uberlândia, 2014. Disponível em: <http://www.swge.inf.br/PDF/POSMEC2014-0059_16573.PDF>. Acesso em: 02/09/2020.

SPADA, S.; *et al.* **Investigation into the applicability of a passive upper-limb exoskeleton in automotive industry**. *Procedia Manufacturing*. Modena, Itália, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319886234_Investigation_into_the_Applicability_of_a_Passive_Upper-limb_Exoskeleton_in_Automotive_Industry>. Acesso em: 18/08/2020.

VALEMEDE, L; DE LIMA, M. **Estudo da gestão ergonômica do trabalho no setor de acabamentos de uma linha de montagem na indústria automobilística**. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2018. Disponível em: <<http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xivjornada/paper/viewFile/910/665>>. Acesso em: 06/09/2020.

WENKE, R; *et al.* **Análises Quantitativas de um Exoesqueleto para Membros Superiores – Primeiras Impressões**. Ponta Grossa, 2018. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj94vMk9zrAhVxIrkGHZb8DYEQFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Faprepro.org.br%2Fcobrepro%2F2018%2Fdown.php%3Fid%3D4826%26q%3D1&usg=AOvVaw2rtm3c2YDDbjXhyHwc0DKj>>. Acesso em: 02/09/2020.

WESSLÉN, J. **Exoskeleton Exploration - Research, development, and applicability of industrial exoskeletons in the automotive industry**. Jönköping University, School of

Engineering, JTH, Industrial Engineering and Management, 52f, 2018. Disponível em <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1216221/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em: 06/09/2020.