

UTILIZAÇÃO DE IMPRESSÃO 3D NA INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA (PcD) NA INDÚSTRIA

Anderson Sestilio Stramari

Márcio Fontana Catapan

Pablo Deivid do Valle

Universidade Federal do Paraná, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR

anderson.stramari@ufpr.br; marcio.catapan@ufpr.br; pablo.valle@ufpr.br

Resumo. O objetivo deste trabalho é demonstrar, através de um estudo de caso, que a utilização de ferramentas da indústria 4.0, tais como; Impressão 3D e Inteligência Artificial (IA) podem auxiliar as empresas no desafio de incluir um maior número de pessoas com deficiência física nos postos de trabalho e reduzir dessa forma as desigualdades sociais. Como proposta de estudo foram produzidos dispositivos para adaptações aos postos de trabalho através da tecnologia de impressão 3D. Esse desenvolvimento ocorreu a partir dos dados observados nas avaliações ergonômicas dos postos de trabalho e nas avaliações cinético-funcionais de candidatos para as vagas destinadas às pessoas com algum tipo de deficiência física. A metodologia utilizada neste trabalho, com base no levantamento de dados pode permitir que as empresas consigam maior assertividade durante os processos de contratação, entretanto o foco desse estudo é demonstrar que a tecnologia de impressão 3D pode facilitar o desenvolvimento de dispositivos e ferramentas que poderão auxiliar na inclusão dessas pessoas de forma mais rápida e individualizada.

Palavras-chave: Inclusão. Indústria 4.0. Ergonomia. Impressão 3D. Pessoa com Deficiência (PcD).

1. INTRODUÇÃO

Durante anos o mercado da inclusão tem gerado debates e discussões entre a população, as empresas e os governos. Nos países desenvolvidos o tema foi abordado com maior seriedade e efetividade e percebe-se um esforço claro em oferecer dignidade e oportunidade às pessoas com algum tipo de deficiência.

No Brasil, após lei Nº 8.213 de 24 de julho de 1991, do Tribunal Superior do Trabalho (TST), que discorre sobre as cotas para deficientes e pessoas com deficiência; as empresas com mais de 100 funcionários se viram obrigadas a contratar pessoas que se enquadrariam nessa cota. Em um primeiro momento sem critérios específicos e sem acompanhamento de especialistas que poderiam de certa forma direcionar e orientar essas contratações. Infelizmente não ocorreram grandes avanços desde então e as empresas continuam apresentando dificuldades para realizar essas contratações de forma assertiva e humana (Ribeiro, 2012). De um lado temos os trabalhadores com algum tipo de Deficiência (PcD), que pela falta de experiência dos contratantes acabam sendo designados para realizar atividades em que apresentariam dificuldades com sobrecargas físicas além de suas capacidades; por outro lado, temos as próprias empresas, que contratam colaboradores com limitações em determinadas atividades ou que não conseguem atingir os resultados esperados. Essa situação, de tentativa e erro, gera além de um grande custo financeiro um desgaste emocional dos envolvidos.

Segundo nota técnica do IBGE de 2018 referente ao Censo 2010, 6,7% da população brasileira (cerca de 12,7 milhões de pessoas) possuíam algum tipo de deficiência. Dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2018 apontam que havia cerca de 486 mil pessoas com deficiência com empregos formais naquele ano, correspondendo a cerca de 1% das ocupações no mercado formal.

Apesar de ainda ser pouco o número tem crescido nos últimos anos: eram cerca de 418 mil PcDs formalmente empregadas em 2016 e 441 mil em 2017. O crescimento está relacionado com o aumento da fiscalização dos órgãos públicos sobre as empresas, mas também com uma melhor definição das regras da Lei de Cotas a partir de 2015, com a promulgação do Estatuto da Pessoa com Deficiência.

Resultados de pesquisa com profissionais da indústria mostraram que ainda existe desconhecimento por parte de gestores e profissionais de RH em relação à legislação (Hipólito, 2019). Além disso, a inserção de pessoas com deficiência no setor é vista por eles como um dificultador. Segundo esta mesma pesquisa (Hipólito, 2019) uma maioria dos entrevistados relata que as Pessoas com Deficiência devem ser inseridas na área administrativa. Os principais fatores que contribuem para isso são as barreiras arquitetônicas (a falta de adaptação dos espaços físicos, muito comum em sedes industriais mais antigas) e as próprias características de risco do setor, como a presença de altas temperaturas ou o uso de maquinário pesado. Existe também a constatação que há escassez de treinamento para os profissionais em relação à inserção e manutenção das pessoas com deficiência na empresa (Rattner, 2002).

Segundo pesquisa de 2019 realizada com 1029 profissionais de RH, (CATHO, 2019) 64% ainda relatam encontrar grande dificuldade para enquadrar as empresas na cota de PcDs. Isso ocorre principalmente pela contratação através de

tentativas, com poucos detalhes dos movimentos necessários para a execução das atividades ou da falta de informação sobre as limitações físicas dos candidatos.

A mesma pesquisa cita que muitos gestores relatam a qualificação profissional das Pessoas com Deficiência no Brasil como sendo precária, o que pode ser explicado pela pouca inserção dessa população no mercado de trabalho.

Segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho (RAIS) em 2016 apenas 29,3% das pessoas com deficiência trabalhavam no setor da indústria de transformação. É preciso perceber que a maioria dos cargos ocupados nessa área ainda são com trabalhos administrativos pela enorme dificuldade em adequação aos postos de trabalho operacionais.

Os esforços na área de desenvolvimento e pesquisa nunca foram suficientes para que a inclusão ocorresse de forma definitiva em nosso país evidenciando uma antiga fragilidade da relação entre a sociedade e as Pessoas com Deficiência já relatado em artigo publicado no ano de 2001 (Aranha, 2001).

Muitas pesquisas das tecnologias da chamada Indústria 4.0 poderiam contribuir com o desenvolvimento de novas ferramentas de adaptação ergonômica e poderiam auxiliar na melhora da situação atual da empregabilidade das pessoas portadoras de algum tipo de deficiência física.

Uma análise objetiva e detalhada das atividades que uma pessoa irá desempenhar em uma empresa deveria evidenciar as necessidades físicas mínimas necessárias para a execução. Para esta análise devem-se utilizar as diversas ferramentas de avaliação ergonômica e observar os movimentos necessários para que as atividades possam ser executadas bem como as forças exigidas para que a operação se realize (Couto, 2020).

Em paralelo, uma minuciosa avaliação cinético-funcional deveria ser conduzida para levantar as limitações de movimentos dos candidatos bem como análise de suas capacidades de movimentação, amplitudes de movimento e forças musculares.

Ao correlacionar os dados obtidos nas análises ergonômicas dos postos de trabalho e das avaliações cinético-funcionais dos candidatos as probabilidades de que as contratações tenham sucesso aumentam.

Através dessa abordagem surge também a possibilidade de investigar adaptações ou ferramentas que possibilitem aos candidatos PcDs, mesmo com suas limitações, vir a exercer as atividades laborais propostas sem incorrer em risco ergonômico.

A hipótese que deu origem a este estudo provém da ideia de que as tecnologias de manufatura aditiva poderiam ser utilizadas na indústria também como forma de incluir pessoas com deficiência física pela prototipagem rápida e barata (Ian, 2010).

O objetivo específico deste trabalho é apresentar, através de um estudo de caso, uma metodologia para concepção e confecção de produtos com impressão tridimensional para pessoas com algum tipo de limitação física.

É possível também presumir que iniciativas de utilização das novas tecnologias da Indústria 4.0 como Inteligência Artificial, Big Data, Analytics e Manufatura Aditiva no estudo das limitações ocasionadas por deficiências físicas e mentais, poderão proporcionar uma base para que produtos e ferramentas sejam desenvolvidos facilitando assim a inclusão dessas pessoas.

2. METODOLOGIA

A metodologia de concepção desse projeto foi produzida a partir das informações obtidas para a contratação de pessoas com deficiência física e de referências anteriores de análise das atividades para a inclusão no trabalho de pessoas com deficiência física (Simoneli, 2011).

Foram utilizados dados das avaliações ergonômicas dos postos de trabalho (AET) de uma empresa cujas vagas estavam sendo disponibilizadas para candidatos que se enquadravam na categoria de pessoas com deficiência (PcD) e das avaliações cinético-funcionais admissionais que puderam determinar o nível de capacidade laboral, com a descrição das limitações de movimento específicas dos candidatos. Os dados dessas análises possibilitaram categorizar a vaga para perfis específicos de limitações físicas.

A partir dos achados das avaliações foi possível examinar e prever as dificuldades que os candidatos apresentariam nas atividades ofertadas pela empresa e dessa forma elaborar meios de adaptações que poderiam ser adquiridos e/ou confeccionados. Percebeu-se então a possibilidade de desenvolvimento de protótipos em impressão 3D para adequar as condições de trabalho oferecida às necessidades e características físicas das pessoas com deficiência.

2.1. Estudo de Caso

Ao longo desse trabalho foi necessário o desenvolvimento de algumas ferramentas de adaptação que, através da impressão tridimensional, poderiam servir como modelo metodológico para novos projetos.

No caso utilizado como exemplo desse trabalho a proposta foi desenvolvida para uma candidata que se enquadra no quadro de PcDs por uma deformidade conhecida como Hipoplasia Congênita dos Polegares. Essa comorbidade, que causa a ausência dos Polegares em ambas as mãos, limita a pessoa em alguns movimentos manuais básicos como por exemplo o movimento de “pinça”. Durante a avaliação cinético-funcional percebeu-se um risco ergonômico para utilização do mouse durante o trabalho administrativo.

A ausência do polegar obriga uma forma não convencional de utilização do mouse, realizando a “pega” apenas com os dedos indicador e anelar Fig. 1 realizando pressão contínua através da contração dos músculos lumbricais dos dedos como demonstrado na Fig. 2.



Figura 1. Utilização do mouse sem o polegar



Figura 2. Músculos Lumbricais da Mão (Kenhub 2020)

A utilização incomum do músculo extensor dos dedos para elevação do dedo médio durante o movimento para pressionar os botões do mouse ao mesmo tempo em que os dedos indicador e anelar se mantêm fixos para segurar o mouse gera uma sobrecarga adicional ao músculo extensor dos dedos Fig. 1 e Fig. 2, gerando assim possíveis riscos de aparecimento de processos inflamatórios (Araújo, 2013).

A possibilidade de que a colaboradora utilizasse o touchpad do notebook não pôde ser considerada pois segundo política desta empresa todos os postos de trabalho devem possuir condições ergonômicas adequadas incentivando a utilização do suporte para notebooks. Dessa forma, com o notebook apoiado no suporte Fig. 3, o touchpad fica na diagonal, o que também inviabilizaria o seu uso por sobrecarga biomecânica ocasionada pela angulação do pulso.



Figura 3. Utilização do Apoio para Notebook

2.2. Metodologia de Desenvolvimento do Protótipo

O processo de desenvolvimento do protótipo do dispositivo de adaptação do mouse para pessoas que por algum motivo apresentam a ausência do polegar teve como referência um estudo anterior de desenvolvimento de suporte alimentar (Santos, 2019) que passa por 3 estágios principais: Levantamento das informações relevantes para o desenho; Elaboração do desenho conceitual e Impressão (fabricação) dos protótipos. Porém essa metodologia precisou ser redesenhada para atendimento das condições legais de trabalho na indústria (Poletti, 2015).

Em cada estágio foram necessárias a elaboração de etapas de trabalho Fig.4. Para o estágio de levantamento das informações foi necessária a Avaliação Cinético-funcional das limitações de movimento das pessoas com algum tipo de deficiência física, que deve ser realizada por um profissional da área de saúde com profundo conhecimento em biomecânica como por exemplo fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais (Conceição, 2016); a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) observando os requisitos mínimos de movimento necessários e que devem ser realizadas por profissionais especialistas em ergonomia e por fim o cruzamento destas informações observando as oportunidades adaptativas.

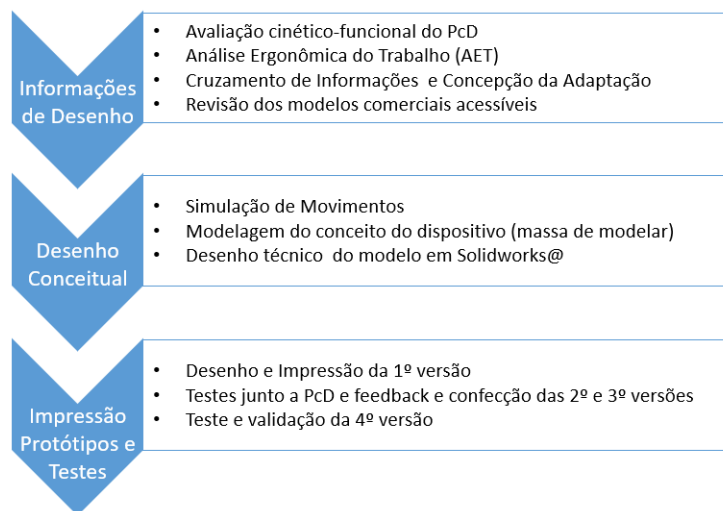


Figura 4. Estágios de Desenvolvimento

2.3. Desenho conceitual

A partir das informações iniciais foram realizadas simulações da atividade com o mouse por pessoas que não possuem o polegar e foram confeccionados modelos com massa de modelar Fig. 5 e Fig. 6 do dispositivo que serviria de suporte para o mouse e permitiria que uma pessoa pudesse mover o mouse com os dedos médio e anelar e que realizasse o movimento pressão dos botões com o dedo indicador Fig. 5.



Figura 5. Molde do Dispositivo Planejado



Figura 6. Modelo de Utilização do Dispositivo

Com base no modelo construído em massa de modelar criou-se o desenho conceitual utilizando o programa SOLIDWORKS® Fig. 7. As dimensões foram ajustadas para atender as características antropométricas e para o encaixe dos diferentes tamanhos de mouse disponíveis no mercado.

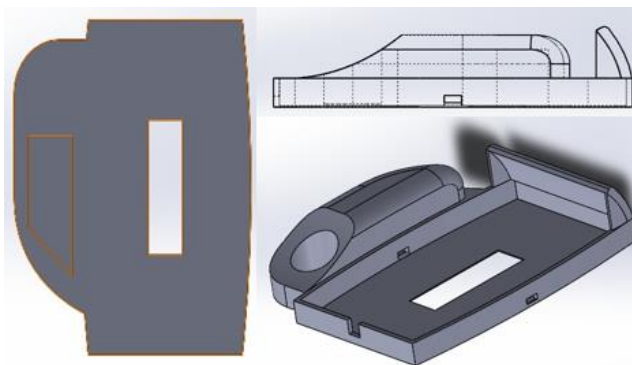


Figura 7. Desenho Conceitual

2.4. Impressão, testes e refinamento

Os protótipos foram impressos com a tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling) que é basicamente uma modelagem por fusão e deposição (Sylvain, 2021), onde os objetos são construídos camada por camada com uma impressora 3D da marca Creality@ tipo CR-10S Fig. 8, utilizando como material o Filamento PLA (Poliácido Láctico) que é um termoplástico biodegradável de origem natural e de fontes renováveis. O tempo aproximado de impressão de cada protótipo foi de 5 horas. A média do peso dos protótipos impressos foi de 56 gramas (custo aproximado de \$27,00 dólares p/ Kg de material PLA. Média por dispositivo impresso de \$1,5 dólares).



Figura 8 – Impressora 3D Creality CR-10S (www.creality.com)

Nesta fase do experimento alguns protótipos foram desenvolvidos e impressos para que o mouse ficasse perfeitamente encaixado no “dispositivo adaptador” e para adequação da posição da mão da usuária Fig. 9, Fig. 10 e Fig. 11.



Figura 9 – Primeiro Protótipo



Figura 10 – Adaptação Apoio Pulso



Figura 11 – Apoio 2 dedos

Os dispositivos foram testados pela voluntária para qual o dispositivo foi desenvolvido e novas melhorias foram incorporadas ao projeto como por exemplo o suporte inferior para apoio do pulso, o segundo orifício para facilitar o descanso do dedo anelar e o tamanho da abertura para o leitor laser.

A versão final do dispositivo foi testada por uma semana pela voluntária em condições normais de trabalho. O relato foi de rápida adaptação, apresentando um maior conforto para utilização do mouse e sem sobrecargas biomecânicas Fig. 12.

Uma nova avaliação ergonômica foi realizada no posto de trabalho por um fisioterapeuta especialista em ergonomia que validou e recomendou a utilização do dispositivo pela colaboradora.

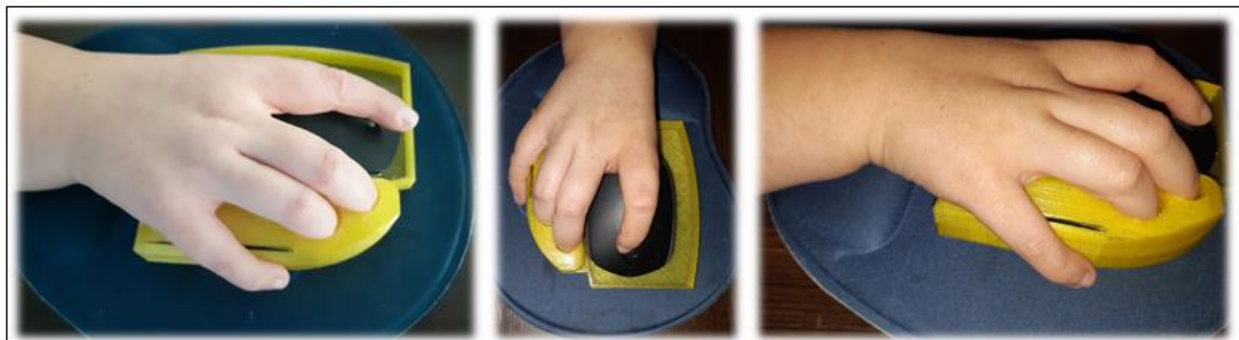


Figura 12 – Validação da Versão Final do Dispositivo

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Percebe-se pelo trabalho realizado que a adaptação desenvolvida trouxe diversos benefícios para colaboradora, que a partir da utilização do mouse agora com o dispositivo adaptado pôde receber um suporte de notebook permitindo assim o correto posicionamento ergonômico de sua coluna durante o trabalho e a utilização do mouse sem riscos de desencadear lesões ou processos inflamatórios que poderiam ser considerados ocupacionais.

Através de uma metodologia de trabalho baseada no levantamento dos dados e da correlação entre eles é possível desenvolver adaptações específicas. Pequenas mudanças podem trazer grandes benefícios, não só para as pessoas com deficiências físicas, mas também para pessoas com diferença de estatura por exemplo, que acabam sobrecarregando certos grupos musculares em decorrência da condição ergonômica do posto de trabalho.

Observa-se aqui uma grande oportunidade de utilização da impressão 3D no desenvolvimento de novas adaptações que poderão ser compartilhadas com maior velocidade de confecção abrangendo assim um número maior de pessoas e respeitando suas individualidades.

Com base no efetivo resultado apresentado no experimento realizado percebe-se que a utilização desse método; realizando avaliações específicas, cruzamento de informações, modelagem, desenho e prototipagem pode-se abranger diversas áreas no ambiente empresarial resultando no aumento da assertividade durante as contratações de pessoas com deficiência física.

Através de uma plataforma inteligente que correlacionaria as informações provenientes das empresas, através de dados ergonômicos dos postos de trabalho e das pessoas com deficiência física as chances de contratações como essa terem sucesso poderá aumentar exponencialmente.

Durante a análise e discussão dos resultados surgiram alguns questionamentos que não puderam ser confirmados neste trabalho, mas que serviram para apontar sugestões para a continuidade dos estudos:

- Desenvolvimento de adaptações para ambientes domésticos.
- Prototipagem de adaptações para ambientes comerciais de atendimento ao público.
- Desenvolvimento de adaptações individuais comerciais direcionadas para características específicas dos indivíduos.

4. REFERÊNCIAS

- Aranha, Maria Salete Fábio. Paradigmas da Relação entre a Sociedade e as Pessoas com Deficiência, in Revista do Ministério Público do Trabalho, Editora LTr Ano XI, Março 2001.
- Araújo, Élcia Cristina Cavalcanti de; Santana, Roberto José de; Arisawa, Emilia Angela Lo Schiavo; Mecanismo da Inflamação: Análise dos Processos Fisiopatológicos. Outubro, 2013.
- CATHO Empresa de Recrutamento e Seleção; Pesquisa: Barreiras da Inclusão no Mercado de Trabalho 2019. (<https://www.catho.com.br/carreira-sucesso/pcd/barreiras-da-inclusao-no-mercado-de-trabalho/>)
- Conceição, Fátima Figueiredo da; Avaliação Cinético-Funcional. 2016.
- Couto, Hudson; Ergonomia 4.0. 2020.
- Hipólito, Maiza Claudia Vilela. Inclusão de pessoas com deficiência em empresas do setor industrial: Abril, 2019.
- Ian, Gibson, David Rosen and Brent Stucker, "Additive Manufacturing Technologies: rapid prototyping to direct digital manufacturing", Springer Verlag, 2 Edition, 2010.
- Poletti, Kézia Zanni. Pessoa com Deficiência e Mercado de Trabalho: Lei de Cotas. Espírito Santo, 2011. Portal Apae Brasil. Disponível em: Acesso em 07 de outubro de 2015.
- Rattner, Henrique. Sobre exclusão social e políticas de inclusão. In: Revista Espaço Acadêmico. Ano II, nº 18, novembro de 2002.
- Ribeiro, Tatiana Salim. A inclusão das pessoas com deficiência no mercado de trabalho e a ineficácia da aplicação da lei de cotas nas empresas privadas. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XV, n. 101, jun 2012.
- Santos, AVF, Licursi LA, Amaral MF, Cavalcanti A, Silveira ZC. User-centered design of a customized assistive device to support feeding. 2019.
- Simoneli, Angela Paula; CAMARROTO, João Alberto. Análise de atividades para a inclusão de pessoas com deficiência no trabalho: uma proposta de modelo. 2011.
- Silva; Nilson Rogério da, Deyse Paula de Almeida Silva, Maria Candida Soares Del Masso, Suelen Moraes de Lorenzo. Inclusão profissional de pessoas com deficiência no mercado de trabalho competitivo. Dezembro, 2011.
- Sylvain Cailleaux, Noelia M.Sanchez-Ballester, Yanis A.Gueche, Bernard Bataille, Ian Soulairol, Fused Deposition Modeling (FDM), the new asset for the production of tailored medicines. 2021.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

USE OF 3D PRINTING FOR INCLUSION OF PEOPLE WITH DISABILITIES (PwD) IN THE INDUSTRY

Anderson Sestilio Stramari

Márcio Fontana Catapan

Pablo Deivid do Valle

Universidade Federal do Paraná, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR

anderson.stramari@ufpr.br; marciocatapan@ufpr.br; pablo.valle@ufpr.br

Abstract. *The main objective of this paper is to demonstrate, through a case study, the use of industry 4.0 tools, such as; 3D printing and artificial intelligence (AI) as a way to assist companies in the challenge of including more people with physical disabilities in their jobs and thereby reduce social inequalities. As a study proposal, devices for adaptations to workstations were produced using 3D printing technology. This study development occurred based on the data observed in ergonomic job evaluations and the kinetic-functional assessments for people with some type of physical disability. The methodology used in this work, based on data collection, will allow companies to achieve greater assertiveness during the hiring processes, although the focus of this study is to demonstrate that 3D printing technology can facilitate the development of devices and tools able to assist inclusion of these people in a faster and more individualized way.*

Keywords: *Inclusion. Industry 4.0. Ergonomics. 3D printing. People with Disabilities (PwD).*

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.