

DESENVOLVIMENTO DE ARTEFATO EMISSOR DE LUZ: SIMULADOR DO SISTEMA BRAILLE

FLÁVIO CARDOSO VENTURA¹

Fatec Jahu - Coordenadoria de Gestão da Produção Industrial
flavio.ventura01@fatec.sp.gov.br

Development of Light-Emitting Artifact: Braille System Simulator

Eixo Tecnológico: *Design e Produção Cultural*

Resumo

A Tecnologia Assistiva (TA) inclui recursos e serviços que auxiliam pessoas com deficiência (PCD), promovendo autonomia e inclusão. Este projeto foca no Sistema Braille, técnica usada por deficientes visuais para ler e escrever. Antes da leitura em Braille, recomenda-se o uso de materiais pedagógicos que desenvolvem percepções táteis e motoras. A pesquisa foi realizada ao longo de três anos. No primeiro, analisou-se qual tecnologia de impressão 3D melhor desenvolve a sensibilidade tátil, concluindo que a impressão FDM (Modelagem por Deposição e Fusão) é a mais adequada. No segundo ano, foram produzidos centenas de blocos com o alfabeto Braille, testados por 4 deficientes visuais, que avaliaram o material como excelente para alfabetização. O terceiro ano teve como objetivo criar um dispositivo emissor de luz para simular os seis pontos do Braille. Este projeto foi realizado por meio de Pesquisa tecnológica. Esse dispositivo pode ser usado em conjunto com os blocos impressos, tornando-se uma ferramenta tecnológica para o ensino do alfabeto Braille. Além disso, auxilia professores tanto na capacitação quanto no ensino de alunos com baixa visão. O uso combinado do emissor de luz e do alfabeto Braille resultou em um aprendizado mais dinâmico e interativo. Segundo uma pedagoga especialista, os dispositivos desenvolvidos permitem que qualquer pessoa, com ou sem deficiência, aprenda de “forma lúdica, dinâmica e interativa”.

Palavras-chave: *Design, Sistema Braille, Emissor de luz, Design Inclusivo, PCD.*

Abstract

Assistive Technology (AT) includes resources and services that help people with disabilities (PWD), promoting autonomy and inclusion. This project focuses on the Braille System, a technique used by visually impaired people to read and write. Before reading Braille, it is recommended to use educational materials that develop tactile and motor perceptions. The research was conducted over three years. In the first year, the aim was to analyze which 3D printing technology best develops tactile sensitivity, concluding that FDM (Fused Deposition Modeling) printing is the most appropriate. In the second year, hundreds of blocks with the Braille alphabet were produced and tested by 4 visually impaired people, who evaluated the material as excellent for literacy. The third year aimed to create a light-emitting device to simulate the six dots of Braille. This project was carried out through Technological Research. This device can be used in conjunction with the printed blocks, becoming a technological tool for teaching the Braille alphabet. In addition, it assists teachers in both training and teaching students with low vision. The combined use of the light emitter and the Braille alphabet resulted in more dynamic and interactive learning. According to a specialist pedagogue, the devices developed allow anyone, with or without disabilities, to learn in a “playful, dynamic and interactive way”.

Key-words: *Design, Braille System, Light Emitter, Inclusive Design, PCD.*

1. Introdução

Os projetos de inclusão, ou seja, design inclusivo, abordam diversas questões, tais como: sociais; físicas; mecânicas; psicológicas; entre outras. Trata-se de um processo multidisciplinar, desafiador e transformador, o presente estudo aborda o desenvolvimento de um dispositivo emissor de luz que simula o Sistema Braille, podendo ser utilizado para a alfabetização de pessoas videntes, possivelmente, futuros professores do Sistema Braille, assim como na alfabetização de pessoas com baixa visão ou resíduo visual.

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

Esse projeto se justifica por conta das políticas públicas, pois elas podem auxiliar a população no acesso aos seus direitos constitucionais, tais como, saúde e educação. De acordo com o Censo Demográfico de 2022, 8,9% da população brasileira declarou possuir algum tipo de deficiência, isso equivale a 18,9 milhões de pessoas [1]. O Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009, define pessoas com deficiência como aquelas que “[...] têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas” [2].

A Lei no 13.146 de 06 de julho de 2015, conhecida como Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, definiu a Tecnologia Assistiva (TA) como: produtos, recursos, metodologias, práticas, serviços, dispositivos e estratégias que tenha objetivo de promover funcionalidade no indivíduo com deficiência ou mobilidade reduzida [3].

A TA é definida como “um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência” [4].

A aplicação da tecnologia na educação especial pode oferecer benefícios significativos aos alunos, como o aumento da autonomia e da autoestima, permitindo que eles evidenciem suas capacidades. O uso de recursos tecnológicos contribui para o desenvolvimento de habilidades funcionais em pessoas com deficiência (PCD), promovendo, assim, maior independência e inclusão [5].

A discussão sobre inclusão social deve abranger múltiplos contextos, com destaque para o ambiente escolar, onde se promove o desenvolvimento pleno e igualitário dos indivíduos. Nesse sentido, as Tecnologias Assistivas (TA) desempenham um papel relevante ao contribuir para a inclusão de pessoas com deficiência, facilitando sua participação ativa nas atividades educacionais.

Este estudo foca especificamente na deficiência visual, definida como o comprometimento parcial (superior a 40%) ou total da capacidade visual [6]. Condições oftalmológicas como astigmatismo e miopia não caracterizam deficiência visual, uma vez que seus efeitos podem ser corrigidos por meio de intervenções, como o uso de lentes corretivas ou procedimentos cirúrgicos.

Há recurso para o deficiente visual ler e escrever, denominado Sistema Braille, desenvolvido na França por Louis Braille por volta do ano de 1825, atualmente, é utilizado de forma universal na leitura e escrita de pessoas cegas. Este Sistema utiliza seis pontos em relevo dispostos em duas colunas, a combinação destes pontos pode formar 63 símbolos diferentes, aplicados em textos literários, matemática, música, informática e ciências. No Brasil, a Lei n. 4.169, de 4 de dezembro de 1962 oficializou o Sistema Braille para uso na escrita e leitura dos cegos no país [7].

O legado de Louis Braille permitiu um alfabeto tangível para todos, abrindo caminhos para os cegos que buscam conhecimento [8].

Antes de iniciar a leitura do Sistema Braille recomenda-se o uso de materiais pedagógicos para auxiliar na pré-leitura, pois têm o objetivo de desenvolver percepções táteis e motoras sobre a dinâmica da leitura, permitindo que o aluno controle os movimentos, domine o espaço dos pontos táteis. Portanto, os materiais de pré-leitura são relevantes para a aprendizagem do Sistema Braille [9].

Este projeto de pesquisa permeia o campo da alfabetização do Sistema Braille, pois trata-se do design de materiais de pré-leitura e ensino do Sistema Braille por meio da TA e prototipagem rápida (impressão 3D). A TA tem por objetivo romper as barreiras sensoriais, motoras e/ou cognitivas que possam limitar ou impedir o aprendizado do aluno com deficiência. Ela pode

promover melhor qualidade de vida e aprendizagem aos alunos com deficiência, especialmente os alunos com deficiência visual [10].

A prototipagem rápida (PR), conhecida como impressão 3D possibilita o desenvolvimento de dispositivos específicos de acordo com a necessidade de cada projeto de produto, sendo assim, é uma tecnologia que pode ser aplicada no desenvolvimento de TA.

Para imprimir em 3D, um software CAD exporta um arquivo de um modelo virtual, geralmente, no formato STL, um outro software CAM faz o fatiamento deste modelo, gerando camadas e coordenadas para a impressão. Um dos processos de impressão 3D mais utilizados é o Fused Deposition Modeling (FDM), ou seja, modelagem por fusão e deposição, trata-se de um sistema de extrusão de plásticos moldados por meio de alta temperatura (termoplásticos) sobre uma mesa de impressão, uma camada é depositada sobre a outra formando um objeto, os materiais mais comuns são: acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e ácido polilático (PLA) [11].

O PLA é um material biodegradável e pode ser aproveitado na confecção de novos filamentos para impressão 3D, e ainda, é o termoplástico mais fácil de utilizar e com melhor custo/benefício [12]. O tempo de manufatura da prototipagem rápida não é curto, no entanto, ainda é a opção mais rápida e de menor custo (incluindo material) do que demais processos tradicionais de manufatura [13].

O projeto contou com auxílio técnico de uma pedagoga especialista em educação para pessoas com deficiência visual e de uma terapeuta ocupacional, duas instituições declararam interesse pelo projeto, tanto a Associação Mulheres Unimed (AMU) assim como a Associação e Movimento de Assistência ao Indivíduo Deficiente (AMAI), ambas instituições são referência regional no atendimento aos deficientes visuais, as mesmas estão localizadas na Cidade de Jaú, Estado de São Paulo.

O projeto foi desenvolvido em 3 etapas anuais, o primeiro ano tratou da seleção da tecnologia de impressão 3D, entre FDM e LCD, que proporcionou melhor percepção tátil. Sendo que a FDM se destacou positivamente, os resultados podem ser apreciados no relatório RJI 2022 do presente pesquisador. O segundo ano foi referente ao desenvolvimento de peças tridimensionais com os 63 símbolos do Sistema Braille (RJI 2023). O terceiro ano, objeto de pesquisa deste relatório (RJI 2024), abordou a construção de um dispositivo de luz que simula o Sistema Braille e faz a integração com as peças fabricadas no ano II, principalmente, para auxiliar na capacitação de professores e pessoas com deficiência visual sobre o Sistema Braille.

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um dispositivo emissor de luz que simula os 6 pontos do sistema Braille, podendo ser utilizado juntamente com as peças produzidas no Ano II, tornando-se uma ferramenta tecnológica para o ensino do alfabeto Braille, este dispositivo pode ser utilizado pelo professor, tanto na capacitação de professores, quanto com alunos que tenham baixa visão (resíduo visual).

Como objetivos específicos, destacam-se:

1. Efetuar testes de uso do dispositivo emissor de luz com auxílio da pedagoga e terapeuta ocupacional, juntamente com as 63 peças do Sistema Braille (desenvolvidas no ano II - RJI 2023);
2. Confeccionar manual de uso da ferramenta tecnológica desenvolvida;
3. Analisar os resultados, identificar possíveis falhas e propor melhorias.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais

Para a realização do estudo utilizaram-se os seguintes materiais: impressora 3D Elegoo Mars Pro, 500g de filamento em PLA (ácido polilático), 1 metro de cabos de 1,5 mm², 12 interruptores Chave Gangorra mini Kcd 11, 01 soldador de estanho 25 w, 12 leds 1w 3v, 02 suportes com pilhas AA e 12 dissipadores de calor, tipo estrela.

2.2. Metodologia

Este projeto foi realizado por meio de Pesquisa tecnológica. A pesquisa tecnológica tem como objeto o conhecimento prescritivo, que estabelece uma norma ou modo de realizar, de fazer alguma coisa, cria-se “um sistema adaptado ao ambiente em função de determinado propósito humano, um objeto (artefato) com propriedades desejadas, idealizado e fabricado conforme desenho e projeto (design)” [14].

A população da amostra foi composta por 4 alunos da Associação Mulheres Unimed(AMU) sediada na Associação e Movimento de Assistência ao Indivíduo Deficiente (AMAI) de Jaú-SP, sendo alunos deficientes visuais (cegos e baixa visão), inicialmente, foram pessoas 4 com baixa visão, com idades entre 18 e 60 anos.

As seguintes profissionais de cada área participaram da pesquisa: 1 (uma) pedagoga (AMU); 1 (uma) terapeuta ocupacional (AMAI).

A pedagoga e a terapeuta ocupacional participaram do projeto desde o início até o fim da pesquisa, pois as mesmas trabalham diretamente com as crianças/adolescentes, a experiência profissional pode auxiliar em todas as fases, tais como: antes, durante e após o desenvolvimento da pesquisa.

O método utilizado foi o estudo de caso, para a realização do projeto realizaram-se algumas etapas metodológicas, tais como PDCA. O PDCA é um ciclo de melhoria contínua amplamente utilizado em gestão de qualidade e processos para alcançar aprimoramentos progressivos e efetivos. As Quatro etapas do ciclo PDCA são: Planejar (Plan), Fazer (Do), Checar (Check) e agir (Act). As Quatro etapas são descritas a seguir [15]:

1. Planejar (Plan): Nesta etapa, definem-se os objetivos, metas e processos necessários para alcançar uma melhoria específica. Isso envolve identificar problemas ou oportunidades de melhoria, coletar dados relevantes, analisar causas raiz e desenvolver um plano detalhado para abordar a questão. Durante essa fase, estabelecem-se indicadores de desempenho e critérios para medir o sucesso.

Foram observadas as aulas de alfabetização do Sistema Braille, principalmente, utilizando o alfabeto Braille desenvolvido pelo pesquisador no ano II, por meio desta observação, foram propostas ideias para a construção de um dispositivo emissor de luz que simula os pontos do Sistema Braille, isto é, 3 linhas divididas em 2 colunas.

2. Fazer (Do): Foram adquiridos recursos e executadas ações delineadas na fase de planejamento. Houve documentação das atividades realizadas e coletados dados ao longo dessa etapa para permitir uma avaliação objetiva posterior.

Esta fase pode ser denominada como prototipagem, dois protótipos foram confeccionados.

3. Checar (Check): Também conhecida como fase de verificação ou avaliação, essa etapa envolve a análise dos resultados obtidos após a implementação das mudanças.

Os dados coletados foram comparados aos indicadores de desempenho estabelecidos na fase de planejamento. Isso ajudou a determinar se as ações tomadas produziram os resultados esperados e se estão resolvendo o problema ou melhorando a situação.

Os testes foram realizados na AMU, foram acompanhados pela pedagoga especialista na educação de deficientes visuais. Os protótipos foram testados por 3 meses, sendo realizadas

sessões semanais de 2 horas/aula a cada semana, totalizando 24 horas/aula. Elaborou-se um manual de uso para a melhor utilização do dispositivo desenvolvido.

4. Agir (Act): Com base nos resultados da fase de verificação, foram tomadas decisões informadas sobre o que fazer em seguida. Se os resultados forem satisfatórios e as metas forem atingidas, você pode padronizar os novos processos como parte da rotina. Se os resultados não forem os desejados, é hora de ajustar o plano original, identificar possíveis falhas na execução ou revisar as estratégias. Essa etapa também pode envolver a identificação de novas oportunidades de melhoria para iniciar um novo ciclo PDCA.

Vale ressaltar que o PDCA é um ciclo contínuo e iterativo. Depois de concluir uma iteração do ciclo, você pode começar novamente, aplicando o aprendizado e as melhorias obtidas para abordar novos desafios. Isso leva a um processo de melhoria contínua ao longo do tempo, ajudando a otimizar processos, produtos e serviços de forma consistente.

Por fim, no Ano III foi desenvolvido um dispositivo emissor de luz que simula o sistema Braille, tendo 3 linhas e 2 colunas, foi modelado em CAD e produzido em impressora 3D. Os Testes de uso foram realizados pela pedagoga e terapeuta ocupacional, houve a integração entre o dispositivo emissor de luz com os alfabetos (3D) do Sistema Braille (desenvolvidos no ano II), tornando-se uma ferramenta de ensino para deficientes visuais (alunos) e para professores de pessoas com deficiência visual.

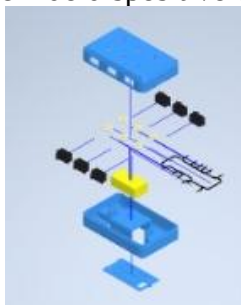
3. Resultados e Discussão

A seguir, apresentam-se as atividades desenvolvidas correspondentes diretamente ao projeto RJ.

1. Planejar (Plan): Foram realizadas visitas técnicas na AMU, com o auxílio da pedagoga especialista em Sistema Braille foram conhecidos alguns procedimentos de ensino, tais como técnicas de desenvolvimento tátil e ferramentas para a alfabetização em Braille disponíveis naquela instituição. Por meio desta observação, estabeleceram-se critérios para a criação do dispositivo, como por exemplo: dimensionamento; tipo de lâmpada; fiação/alimentação de energia; formato; material de impressão 3D.

2. Fazer (Do): Desenvolveram-se modelos tridimensionais (digitais) por meio do software Inventor Autodesk, apresentado na Figura 1.

Fig. 1 - Modelagem do dispositivo emissor de luz.



Fonte: (Ventura, 2024).

As peças foram prototipadas por meio de impressão 3D, impressora Elegoo Neptune Pro, utilizando o material PLA, ácido polilático, o mesmo foi selecionado por ser biodegradável e apresentar resistência físico-mecânica satisfatória para o tipo de produto. Em seguida, realizou-se a instalação elétrica por meio dos seguintes materiais: soldador 60w; estanho; 30 cm de cabos

flexíveis elétricos (fios) de 1 mm de diâmetro; 6 LEDs 1,5v; 1 bateria 9v e 6 interruptores tipo gangorra (Figura 2).

Fig. 2 - Instalação elétrica do dispositivo.



Fonte: (Ventura, 2024).

Em seguida, as partes foram unidas, o sistema de luz foi testado e funcionou conforme planejado, os LEDs podem ser acesos de forma individual e simultânea. Foram confeccionados 2 dispositivos de luz, sendo um cinza e um preto.

3. Checar (Check): Os dispositivos foram testados na AMU de Jaú por 3 meses, utilizando-se em sessões de 2 horas/aula por semana. A Figura 3 apresenta um dos testes práticos na instituição AMU.

Fig. 3 - Teste prático do dispositivo de luz cinza.



Fonte: (Ventura, 2024).

4. Agir (Act): Após a realização dos testes verificou-se que os modelos atendem às expectativas, podem auxiliar no ensino do Sistema Braille de pessoas com resíduo visual, assim como de professores. Segundo a pedagoga, a integração entre os dispositivos de luz e o Alfabeto Braille proporcionou um “divisor de águas” nas aulas de alfabetização em Braille da instituição atendida, “facilitando a compreensão de um sistema complexo, principalmente, para deficientes visuais”. Os dispositivos desenvolvidos nesse projeto RJI proporcionaram uma nova metodologia de ensino para o Sistema Braille.

Pensando na melhoria contínua, foi possível idealizar uma melhoria para estudos futuros, sendo um sistema que além de emitir luz, atue de forma mecânica, isto é, por exemplo, eleve-se um pino no ponto 1 quando acionado, e assim, sucessivamente. No entanto, esse sistema deverá ser idealizado em algum estudo futuro, não sendo realizado nesse projeto RJI.

4. Considerações finais

Este projeto de pesquisa teve como produtos finais ferramentas tecnológicas para serem utilizadas no ensino do Sistema Braille:

No ano I, já realizado em 2022, a tecnologia de prototipagem rápida proporcionou uma percepção tátil satisfatória para o deficiente visual.

No ano II, concluído no ano de 2023, foram prototipados 5 alfabetos do Sistema Braille (63 símbolos distintos) em peças tipo bloco, além de dezenas de peças repetidas para a escrita de palavras, 2 bases para alocação das peças, pois permitem a formação de palavras, podendo auxiliar no processo de alfabetização de pessoas com deficiência visual. Inicialmente, os protótipos dos alfabetos seriam doados para 2 instituições, sendo elas, AMU e AMAI, no entanto, além dessas 2 entidades, o Centro de Inclusão Social e Convivência (CISC) de Jaú, e mais a pedagoga especialista e ensino do Sistema Braille (Vanessa Biz), foram contempladas. A pedagoga Vanessa Biz atende em Jaú, Igarapu do Tietê e Barra-Bonita, sendo assim, poderá atender em 3 cidades utilizando o mesmo protótipo.

No ano III, desenvolveu-se o dispositivo emissor de luz que simula o sistema Braille, houve a integração do emissor de luz com as peças (Braille) tipo bloco pode auxiliar no ensino e aprendizagem do Sistema Braille, tanto para pessoas com deficiência visual, assim como na capacitação de professores.

As luzes do dispositivo podem ser acesas de acordo com a necessidade, podendo formar os 63 símbolos do Sistema Braille, por exemplo, a letra L, pontos 1. 2 e 3 acesos simultaneamente.

Os desenhos técnicos e arquivos dos modelos 3D desenvolvidos também poderão ser utilizados pela sociedade, instituições e demais interessados pela educação inclusiva (alfabetização do deficiente visual).

Dessa forma, este projeto de pesquisa alcançou seu objetivo ao desenvolver e disponibilizar ferramentas tecnológicas inovadoras para o ensino do Sistema Braille, promovendo maior acessibilidade e inclusão educacional para pessoas com deficiência visual. A evolução ao longo dos três anos permitiu a criação de protótipos táteis, alfabetos em blocos e um dispositivo emissor de luz, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem. Além das instituições inicialmente previstas, outras entidades e profissionais foram beneficiados, expandindo o alcance do projeto e seu impacto social. Com a disponibilização dos desenhos técnicos e arquivos 3D, o conhecimento gerado poderá ser replicado e aprimorado, contribuindo para uma educação mais inclusiva e acessível.

Referências

[1] IBGE. **Censo demográfico 2022: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda#:~:text=Cerca%20de%2018%20mil%C3%B5es,anos%20ou%20mais%20de%20idade.>> Acesso em: 13 dez. 2024.

[2] BRASIL. **Decreto n. 6.949, de 25/08/2009.** Brasília, DF. Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm .Acesso em 12 set. 2023.

[3] BRASIL, **BRASIL. Lei nº 13.146, de 06/07/2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da pessoa com Deficiência). 2015f. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm> Acesso em: 02 ago.2021.

- [4] SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. p. 1. Assistiva: tecnologia e educação. 2017 Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 02 set.2023.
- [5] KLEINA, C. **Tecnologia assistiva em educação especial e educação inclusiva**. Curitiba: InterSaberes, 2012. (Série Inclusão Escolar).
- [6] AMPUDIA, R. O que é Deficiência Visual. **Revista Nova Escola**, 2011. Disponível em:<https://novaescola.org.br/conteudo/270/deficiencia-visual-inclusao>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- [7] LEMOS, E. R.; CERQUEIRA, J. B. O Sistema Braille no Brasil. **Benjamin Constant**, ano 20, Edição Especial, p. 16 a 18, 12 dez. 2014. Disponível em <http://revista.abc.gov.br/index.php/BC/article/view/353>. Acesso em: 03 set. 2023.
- [8] CERQUEIRA, J. B. O legado de Louis Braille. **Benjamin Constant**, vol 1, n. 60, 129p, 16 mar. 2017. Disponível em: <https://revista.abc.gov.br/index.php/BC/article/view/440>. Acesso em: 10 ago 2024.
- [9] DUTTON, C. S. As especificidades do ensino e da aprendizagem da leitura por meio do Sistema Braille na alfabetização de alunos cegos. **Benjamin Constant**, v. 27, n. 62, p. 1-15, 2010. Disponível em <https://revista.abc.gov.br/index.php/BC/issue/view/121>. Acesso em: 04/04/2025.
- [10] BERSCH, R.; TONOLLI, J. C. **Introdução ao Conceito de Tecnologia Assistiva e Modelos de Abordagem da Deficiência**, 2015. Disponível em:<http://www.bengalalegal.com/tecnologiaassistiva>. Acesso em: 05 set. 2024.
- [11] CANGIOLIERI, O. J. et al. Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos. **Gestão de Produção**, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 345-355, 2015.
- [12] CHUA, C.K; LEONG, K.F.; LIM, C.S. **Rapid Prototyping: Principles and Applications**. WorldScientific, London, 2010.
- [13] WILTGEN, F.; ALCALDE, E. **Prototipagem rápida aditiva aplicada em dispositivos funcionais de auxílio humano**. 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, São Carlos, 5-7 agosto, 2019. DOI:[10.26678/ABCM.COBEP2019.COF2019-0442](https://doi.org/10.26678/ABCM.COBEP2019.COF2019-0442) Acesso em: 15/03/2024
- [14] CUPANI, A. The peculiarity of technological knowledge . **Scientiae Studia**, 4 (3), 353-371, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000300002>) Acesso em: 05 ago. 2021.
- [15] VIDAL JUNIOR, G. de C. Modelo de Deming e Ciclo PDSA: Alcançando resultados, gerando conhecimento e incrementando a qualidade. **Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gestão**. p. e32482 [SI], v. 6, n. 1, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revenspesextgestao/article/view/32482>. Acesso em: 25 ago. 2023.