

IMPRESSÃO 3D APLICADA À TECNOLOGIA ASSISTIVA

Eloar Froboese da Silva¹, Lucas Menin da Silva², Vinícius Gonçalves Deon³,
Marcelo André Toso⁴

Resumo: As características de pessoas com necessidades especiais como a paralisia cerebral, limitam movimentos que o indivíduo deveria realizar com facilidade. Devido a isso, para que estas pessoas possam tornar-se mais independentes ao realizar atividades diárias básicas como alimentação e higiene os utensílios precisam ser adaptados para suas particularidades. Porém, devido à baixa capacidade de customização, os métodos tradicionais de fabricação não favorecem estudos relacionados a estas demandas. Por outro lado, a impressão 3D fabrica peças distintas entre si com custos aceitáveis. Essa tecnologia é mais eficaz quando atua em conjunto com ferramentas computacionais como softwares de Desenho e de Engenharia Assistida por Computador (CAD) e (CAE). O objetivo deste trabalho é modelar em software CAD e fabricar por impressão 3D produtos de Tecnologia Assistiva (TA) que auxiliem na vida diária de alunos da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de Xanxerê - SC. Como resultado, tem-se expressiva melhoria na qualidade de vida dos alunos da APAE, aumentando, mantendo ou melhorando as capacidades funcionais das pessoas com deficiência, além da obtenção de parâmetros de projeto adequados, variáveis estas necessárias para a fabricação de componentes através da manufatura aditiva. Os produtos (colheres) desenvolvidos via impressão 3-D apresentam boa resistência, acabamento e melhora na estabilidade de prensão, possibilitando mais autonomia aos usuários durante o processo de alimentação.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Impressão 3D; Prototipagem.

1 Acadêmico de Engenharia Mecânica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Xanxerê. froboese.eloar@gmail.com

2 Acadêmico de Engenharia Mecânica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Xanxerê. lucas.ms2000@aluno.ifsc.edu.br

3 Doutorando em Ciência e Engenharia de Materiais, Professor do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Xanxerê. vinicius.deon@ifsc.edu.br

4 Doutor em Engenharia Mecânica, Professor do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Xanxerê. marcelo.toso@ifsc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A Lei Nº 13.146 (BRASIL, 2015) institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). O Artigo 2º, define a pessoa com deficiência como sendo aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual pode obstruir sua participação plena ou efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. A referida Lei é destinada a assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades individuais fundamentais por pessoa com deficiência, visando a sua inclusão social e cidadania. Também define em seus Artigos 14 e 16 que o processo de habilitação e de reabilitação em programas e serviços é um direito da pessoa com deficiência e que devem ser garantido acesso à tecnologia assistiva (TA), tecnologia de reabilitação, materiais e equipamentos adequados e apoio técnico profissional, de acordo com as especificidades de cada pessoa. Define-se que tecnologia assistiva são produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas, e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada a atividade e a participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando a sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. Segundo Blanco e Corrêa (2018), com o uso de TA a inclusão escolar e a escolarização de estudantes, principalmente daqueles com algum tipo de deficiência, são possibilitadas e ampliadas. Desta maneira, segundo Filho (2009), TA é uma área do conhecimento de característica interdisciplinar.

A necessidade de criar, produzir e propor equipamentos ou componentes para atender as necessidades de alimentação, higiene bucal, escrita, fisioterapia e especificidades dos indivíduo é complexa, de elevado tempo e custo para desenvolvimento e produção. Uma alternativa para essas necessidades está no uso da manufatura aditiva, também conhecida como prototipagem rápida ou impressão 3D. Esta técnica, quando empregada em conjunto com a prática clínica, permite o desenvolvimento e construção de tecnologias assistivas altamente customizadas de maneira rápida, econômica e local. (HOFMANN *et al.*, 2016; SANDY *et al.*, 2016)

O enfoque do presente trabalho foi atuar na elaboração de produtos customizados voltados à TA utilizando como processo de manufatura a impressão 3D. Os produtos desenvolvidos e fabricados foram colheres com cabos customizados para atender as necessidades específicas de preensão das mãos de pessoas com paralisia cerebral, suprimindo demandas observadas com fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais da APAE da cidade de Xanxerê, Santa Catarina.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Tecnologias assistivas

A expressão “tecnologia assistiva” foi utilizada pela primeira vez em 1988, com o acesso aos primeiros sistemas de norteamento das normas técnicas e sistemas de classificação norte-americanas e europeias, seu conceito transita em três sentidos aplicativos: tecnologia assistiva, ajuda técnica e tecnologia de apoio. (FILHO, 2009b)

O desenvolvimento do conhecimento na produção de TA é um processo em construção (FILHO, 2009b). Constituem ações recentes, em consonância com todo o cenário no qual está instalado – legislação, pesquisa, sistema de classificações, orientações – contudo, desponta como uma tendência de forte crescimento e visibilidade no plano de produção de novos conhecimentos, pesquisas e estudos e na sua relação direta com os dados estatísticos que anunciam um aumento populacional de pessoas que em alguma ocasião de suas vidas, na qual de modo permanente ou temporário, serão usuárias de TA. (CGEE, 2012)

Contudo, há uma preocupação em não limitar o conceito apenas no princípio da instrumentalidade, uma vez que tem se localizado, de modo profícuo, numa discussão que supera o princípio do consumo e de geração de produtos. Esse é o seu papel, destinar-se ao uso de diferentes necessidades e usuários, mas sobretudo, a TA vem se firmando numa visão que inclui produção de produtos e conhecimentos, logo, um princípio de alta complexidade e interdisciplinaridade, o destaque de sua funcionalidade.

A TA tem se desenhado como um lócus de estudos e pesquisas prioritários, pela sua alta capacidade de produção e intercâmbio entre diferentes conhecimentos, conjunto de grandes tipologias e disseminação de informações a seu respeito. Anuncia-se como uma tendência relevante em diferentes frentes de atuação social, técnica, tecnológica e de inovação e, sobretudo, em diferentes espaços de formação e atuação humana, por isso, se coaduna especialmente como elemento instrumentalizador do avanço do conhecimento por meio da pesquisa, pois ajuda a operar a esfera da cidadania no acesso ao direito de viver, interagir e usufruir da vida em sociedade pela perspectiva da plena acessibilidade.

Há uma grande preocupação quanto aos processos de norteamento e compreensão da TA e suas possibilidades de ajuda técnica: I - próteses auditivas, visuais e físicas; II - órteses que favoreçam a adequação funcional; III - equipamentos e elementos necessários à terapia e reabilitação da pessoa portadora de deficiência; IV - equipamentos, maquinarias e utensílios de trabalho especialmente desenhados ou adaptados para uso por pessoa portadora de deficiência; V - elementos de mobilidade, cuidado e higiene pessoal necessários para facilitar a autonomia e a segurança da pessoa portadora de

deficiência; VI - elementos especiais para facilitar a comunicação, a informação e a sinalização para pessoa portadora de deficiência; VII - equipamentos e material pedagógico especial para educação, capacitação e recreação da pessoa portadora de deficiência; VIII - adaptações ambientais e outras que garantam o acesso, a melhoria funcional e a autonomia pessoal; e IX - bolsas coletoras para os portadores de ostomia (IBDD, 2008).

2.2 Manufatura Aditiva ou Impressão 3D

Uma das áreas que visa facilitar o desenvolvimento e aplicação da TA é a da manufatura aditiva, também conhecida como prototipagem rápida ou impressão 3D. Tratam-se de processos de fabricação avançados e versáteis com anos de desenvolvimento contínuo. Esta tecnologia permite alta flexibilidade e velocidade no desenvolvimento por permitir a obtenção de um produto com formas complexas, altamente customizado e otimizado em termos de uso de matérias primas. Dentre os processos de impressão 3D disponíveis, a deposição de filamento fundido (FDM, *Fused Deposition Modeling*) é o processo mais utilizado atualmente devido ao baixo custo, simplicidade e velocidade de produção. Este processo consiste basicamente na extrusão de camadas sucessivas de material polimérico fundido, onde cada camada depositada corresponde a uma determinada seção transversal do objeto tridimensional (3D). Para obter estas camadas, ou fatias, do objeto 3D, utiliza-se um software fatiador. Este tipo de software utiliza como base um modelo 3D virtual produzido em outros softwares CAD (*Computer Aided Design*, ou Desenho Auxiliado por Computador), o qual é fatiado em camadas com espessuras definidas pelo usuário para posterior impressão, ou deposição das mesmas para se criar o objeto 3D físico. No Brasil, os primeiros resultados da TA ocorreram em 2001 com o desenvolvimento e construção de uma prótese de braço (SILVA; MAIA, 2014).

A customização dos produtos de TA com impressão 3D torna o processo de adaptação individual para cada pessoa, reduzindo o abandono de um determinado produto por falta de adaptação do indivíduo. Estima-se que 35% das TA adquiridas não são utilizadas. Este número é resultado da falta de atenção às características do usuário durante a fase de desenvolvimento e baixa performance da TA ou ainda alteração das necessidades de quem a utiliza por motivos, por exemplo, de crescimento, como em crianças (SANDY *et al.*, 2016).

Dentre algumas TAs que podem ser desenvolvidas com auxílio da impressão 3D estão dispositivos personalizados como próteses para membros superiores e inferiores, cabos para apreensão das mãos em bengalas e colheres. Os cabos de colheres podem ser moldados com a apreensão da mão do próprio usuário utilizando massa de modelar, sendo após escaneado ou modelado em 3D para posterior impressão com um material adequado para a aplicação (BUEHLER; HURST; HOFMANN, 2014; HOFMANN *et al.*, 2016; JÚNIOR *et al.*, 2018; SANDY *et al.*, 2016).

2.3 Processo FDM e materiais mais comuns para impressão

Os materiais poliméricos mais comuns disponíveis para impressão 3D e o método FDM são o poliácido láctico (PLA), a acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e o polietileno tereftalato glicol (PETG). O PLA é um dos materiais mais populares para impressão por ser um material de custo mais acessível. É um material renovável e biodegradável que, justamente pela característica de biodegradabilidade, apresenta baixa resistência a água, solventes e produtos químicos, além de apresentar comportamento mais frágil. O ABS também é um dos materiais mais populares, sendo um dos materiais pioneiros como matéria prima para impressão 3D. Também é um material de baixo custo e apresenta boa resistência mecânica e térmica, mas é de utilização mais difícil devido as retrações que sofre durante o resfriamento, levando ao fenômeno conhecido como *warping* (empenamento). O PETG é um copolímero derivado do polietileno tereftalato (PET), utilizado em garrafas de água, modificado com glicol. Este, apresenta boa resistência térmica e mecânica, baixo *warping*, além de resistência a água e alguns produtos químicos podendo ser utilizado para fins alimentícios (ALL3DP, 2019; NGO *et al.*, 2018; SIMPLIFY3D, [s. d.]).

A impressão 3D já é utilizada em casos específicos de reabilitação ou melhora de condições de vida para pessoas com paralisia cerebral. Um exemplo é o desenvolvimento de acessórios e partes de calçados ortopédicos, onde o processo permitiu a criação customizada dos componentes, promovendo maior satisfação e conforto para os usuários com custos de produção mais competitivos (MENESES; ALVES; LOPES, 2016).

2.4 Paralisia cerebral

A paralisia cerebral (PC) tem como características alterações dos movimentos controlados ou posturais dos pacientes, sendo secundária a uma lesão, danificação ou disfunção do sistema nervoso central, não sendo reconhecida como resultado de uma doença cerebral progressiva ou degenerativa. Dentre as manifestações mais frequentes da PC está a hemiplegia, com maior comprometimento dos membros superiores. Esta condição é acompanhada de sinais de liberação tais como estaticidade (rigidez do músculo), hiperreflexia (atividade aumentada dos reflexos) e sinal de Babinski (reflexo no qual os dedos do pé se estendem). Quanto maior a gravidade da lesão cerebral, maiores serão as repercussões a nível alimentar, prejudicando o estado nutricional do indivíduo, sendo necessária intervenção para melhoria da qualidade de vida (PRADO; LEITE, 2004).

Desta maneira, utilizar a impressão 3D para a produção customizada de produtos de TA para pessoas com PC demonstra-se uma alternativa rápida e viável para melhorar o dia-a-dia destas pessoas.

3 METODOLOGIA

3.1 Projeto Informacional

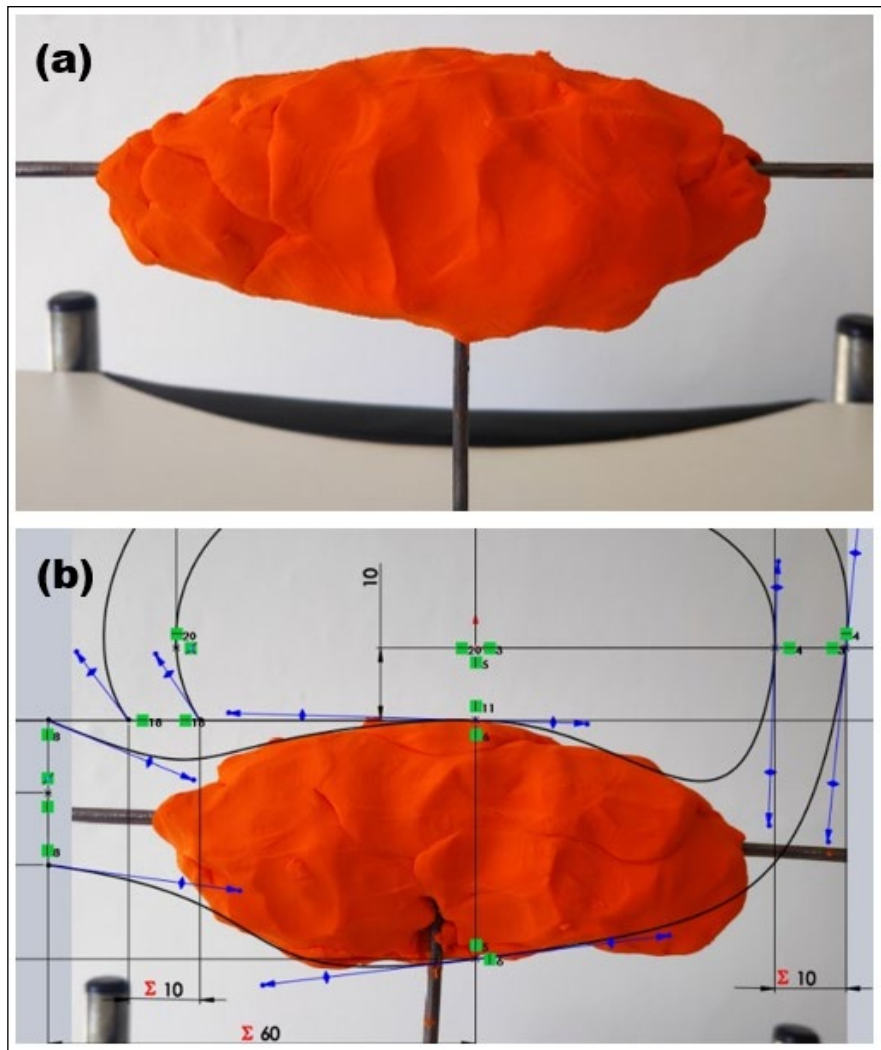
Este trabalho foi desenvolvido em duas etapas principais, sendo a primeira o projeto conceitual, para levantamento de informações e avaliação de viabilidade de ideias. Foram realizadas visitas a APAE de Xanxerê/SC e reuniões com fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais da Instituição. O produto de TA desenvolvido neste trabalho foi selecionado com base em demanda relatada pelos profissionais da APAE sendo, neste caso, colheres que propiciassem melhor preensão e fixação na mão de alunos com PC visando melhorar suas condições de alimentação ou até mesmo permitir maior independência nesta tarefa. Estes alunos necessitavam de cabos de colheres com formato que levasse em consideração características e restrições de movimento das suas mãos durante a preensão de colheres. Cada aluno informado pela APAE teve suas necessidades avaliadas individualmente durante a realização desta pesquisa.

3.2 Modelagem dos cabos para colheres

A modelagem dos produtos desenvolvidos foi realizada no software CAD 3D Solidworks® 2012, de modo a otimizar os produtos desenvolvidos para a necessidade individual de cada indivíduo. Foram realizadas medições antropométricas, considerando os procedimentos de medições utilizados por Fernandes *et al.*, (2011). Foram obtidas 5 medidas da mão de cada indivíduo: largura da palma, comprimento do dedo, espessura da palma, circunferência da palma e circunferência da mão. As medidas antropométricas foram executadas com o auxílio de terapeutas ocupacionais da APAE. Apenas a mão que utilizaria o adaptador foi medida com o voluntário sentado e a mão apoiada sobre uma mesa. A medição foi realizada utilizando um paquímetro para as medidas lineares e fita métrica para as medidas de circunferência.

Para maior fidelidade do formato da mão de cada indivíduo durante o movimento de preensão, foi realizada a moldagem da mesma com massa de modelar como exemplificado na Figura 1a. Considera-se que este é o formato de empunhadura na qual o indivíduo consegue exercer maior força e estabilidade de preensão. Para a modelagem em CAD 3D do cabo foram utilizadas fotografias das vistas lateral, superior e frontal da massa modelada.

Figura 1. Exemplos de moldagem do formato da mão de um indivíduo durante o movimento de prensão com massa de modelar (a) e posterior modelagem em CAD 3D (b).



Fonte: Autor (2020)

3.3 Impressão 3D

Para a impressão 3D foram utilizados os seguintes materiais: PLA, ABS e PETG. A impressora utilizada foi a 3DCloner Lab (3DCloner, Brasil) além do software fatiador *MatterControl*[®] (versão 1.7.5). Após as impressão das peças, as mesmas foram revestidas com resina epóxi (Resina 2001 Epoxi Transparente

Com Endurecedor 3154, Redelease, Brasil) visando diminuir a rugosidade, impermeabilização e maximizar a vida útil dos produtos desenvolvidos.

3.4 Montagem das colheres

Para este trabalho, apenas o cabo da colher foi fabricado com material impresso em impressora 3D. As partes côncavas das colheres foram adquiridas e retiradas de colheres comercialmente disponíveis. Foram selecionadas colheres com cabos plásticos e concavidades em aço inoxidável. Cada parte côncava foi retirada da colher comercial e adaptada no respectivo cabo impresso sendo, quando necessário e para maior customização frente as necessidades do usuário, curvadas ou dobradas para apresentar o ângulo mais favorável para o usuário levar o alimento à boca.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes foram realizados considerando três materiais de impressão: PLA, ABS e PETG. Para selecionar o material mais adequado para imprimir as peças foram consideradas as principais características de cada material. O PLA é um material que apresenta rigidez e resistência mecânica superiores, quando comparado ao PETG em aplicações de impressão 3D, conforme reportado por Santana *et al.* (2018). Entretanto este também é biodegradável, característica não desejável neste projeto, uma vez que o produto teria contato frequente com diversos fluidos e alimentos, agentes que poderiam acelerar a degradação do produto desenvolvido. A escolha limitou-se então ao ABS e ao PETG. Cabe salientar que o contato com alimentos aqui descrito é indireto, pois apenas o cabo é confeccionado de material impresso.

O ABS, apesar de sua resistência química e mecânica adequadas, demonstrou-se um material de difícil impressão, ocorrendo com frequência o fenômeno de empenamento (*warping*) devido à grande retração térmica do material, resultando em perda da impressão por descolamento da base. Este fenômeno pode ser observado em um corpo de prova de teste impresso na Figura 02.

Figura 2 - Defeito de empenamento (*warping*) no corpo de prova de teste.



Fonte: Do autor (2020).

O PETG demonstrou-se ser um material de mais fácil processamento que o ABS, além de apresentar também resistência química e mecânica. Apesar de ser menos rígido e resistente que o PLA (SANTANA *et al.*, 2018), a aplicação em cabos para colheres não necessita de elevada resistência mecânica e térmica. O fato de ser menos rígido e, portanto, menos frágil, também contribui para um maior amortecimento e redução da probabilidade de quebra em caso de quedas. Desta maneira, o PETG foi o material selecionado para este projeto e os parâmetros otimizados para impressão do mesmo são apresentados na Tabela 1.

O processo de impressão 3D, por ser realizado em camadas, inerentemente leva a formação de rugosidade superficial, sendo maior o valor de rugosidade quanto maior for o valor da espessura de camada. O revestimento de resina epóxi mostrou-se acertado para diminuir esta rugosidade e tornar a superfície mais lisa, característica que facilita a higienização e diminui a probabilidade de acúmulo de bactérias e fungos.

Tabela 1: Parâmetros utilizados na impressão dos componentes com o polímero PETG.

Temperatura de extrusão	230 °C
Temperatura da base	70 °C
Velocidade de impressão	60 mm/s
Altura das camadas	0,3 mm

Fonte: Do autor (2020).

Após a impressão das colheres, as mesmas foram distribuídas aos respectivos alunos com PC da APAE e testadas. Foi observado que houve boa adaptação e utilização das colheres pelos alunos, auxiliando na sua independência para se alimentar. As colheres produzidas são apresentadas na Figura 3.

Figura 3. Colheres com cabos produzidos utilizando impressão 3D.



Fonte: Autor (2020).

Um exemplo de um dos alunos com PC utilizando sua colher específica para o atendimento de suas características e auxiliando nos seus desafios diários durante a alimentação é mostrado na Figura 4.

Figura 4. Aluno com PC utilizando colher desenvolvida em impressão 3D.



Fonte: Autor (2020)

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que, considerando a utilização das colheres desenvolvidas neste trabalho para os alunos da APAE Xanxerê/SC, foram obtidas melhorias na qualidade de vida diária dos alunos. Foi visualizado nos testes realizados na entrega final dos componentes, que os alunos conseguiram alimentar-se sozinhos e com menor dificuldade. Avaliando aspectos técnicos, as colheres desenvolvidas apresentaram boa resistência, acabamento superficial e melhora na estabilidade de prensão, possibilitando maior autonomia aos usuários durante o processo de alimentação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da FAPESC e do IFSC no desenvolvimento do projeto de pesquisa (Edital de chamada pública FAPESC nº 05/2017).

REFERÊNCIAS

ALL3DP. **The 3D Printing Materials Guide**. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://all3dp.com/1/3d-printing-materials-guide-3d-printer-material/>. Acesso em: 1 jun. 2020.

BLANCO, Eliane; CORRÊA, Nesdete Mesquita. TECNOLOGIA ASSISTIVA NOS DOCUMENTOS DE ORIENTAÇÃO TÉCNICA E NORMATIVA DO GOVERNO FEDERAL (2008-2015). **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 179–198, 2018.

BRASIL. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)** Brasil: [s. n.], 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm

BUEHLER, Erin; HURST, Amy; HOFMANN, Megan. Coming to Grips: 3D Printing for Accessibility. **ASSETS '14: Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility**, [S. l.], p. 291–292, 2014.

CGEE. **Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva**. Brasília: [s. n.], 2012. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3378862/mod_resource/content/1/tec assistiva.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3378862/mod_resource/content/1/tec%20assistiva.pdf).

FERNANDES, Luciane Fernanda Rodrigues Martinho *et al.* Correlações entre força de preensão manual e variáveis antropométricas da mão de jovens adultos. **Fisioterapia e Pesquisa**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 151–156, 2011.

FILHO, TEÓFILO ALVES GALVÃO. **Tecnologia Assistiva para uma Escola Inclusiva: Apropriação, Demandas e Perspectivas**. 2009a. - UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, [s. l.], 2009. Disponível em: [https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/10563/1/Tese Teofilo Galvao.pdf](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/10563/1/Tese%20Teofilo%20Galvao.pdf)

FILHO, TEÓFILO ALVES GALVÃO. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? *In*: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (org.). **Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**. 1. ed. Porto Alegre: Redes Editora, 2009 b. p. 207–235. *E-book*.

HOFMANN, Megan *et al.* Clinical and maker perspectives on the design of assistive technology with rapid prototyping technologies. *In*: 2016, New York, NY, USA. **ASSETS 2016 - Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Inc, 2016. p. 251–256. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2982142.2982181>. Acesso em: 1 jun. 2020.

IBDD. **Inclusão social da pessoa com deficiência: medidas que fazem a diferença**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBDD, 2008. *E-book*. Disponível em: <http://www.ibdd.org.br/arquivos/inclusaosocial.pdf>

JÚNIOR, Jorge Lopes Rodrigues *et al.* IMPRESSORA 3D NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS COM PRÓTESES. **Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 398–413, 2018.

MENESES, Ana Dulce; ALVES, J. L.; LOPES, Lígia. Study of 3D printing potential in supporting the manufacturing process of shoes for people with cerebral palsy. **International Journal of Materials Engineering Innovation**, [S. l.], v. 7, n. 3/4, p. 184–199, 2016.

NGO, Tuan D. *et al.* Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. **Composites Part B: Engineering**, [S. l.], v. 143, n. February, p. 172–196, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.02.012>

PRADO, Gilmar; LEITE, Jaqueline. Paralisia Cerebral — Aspectos Fisioterapêuticos e Clínicos. **Revista Neurociências**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 41–45, 2004.

SANDY, McCombe Waller *et al.* Uncovering challenges and opportunities for 3D printing assistive technology with physical therapists. *In: 2016, New York, NY, USA. ASSETS 2016 - Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Inc, 2016. p. 131–139. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2982142.2982162>. Acesso em: 1 jun. 2020.

SANTANA, Leonardo *et al.* A comparative study between PETG and PLA for 3D printing through thermal, chemical and mechanical characterization. **Revista Materia**, [S. l.], v. 23, n. 4, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620180004.0601>

SILVA, Jorge Vicente Lopes da; MAIA, Izaque Alves. Desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva utilizando impressão 3D. *In: Reflexões sobre tecnologia assistiva*. 1. ed. Campinas: CNRTA-CTI Renato Archer, 2014. p. 97. *E-book*. Disponível em: https://www.cti.gov.br/sites/default/files//images/cnrta_livro_150715_digital_final_segunda_versao.pdf

SIMPLIFY3D. **Ultimate 3D Printing Materials Guide**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.simplify3d.com/support/materials-guide/>. Acesso em: 1 jun. 2020.